



TUGAS AKHIR - TK145501

**PEMANFAATAN ARANG SEKAM PADI SEBAGAI
ADSORBEN GUNA MENGURANGI LIMBAH Cr**

AWWALIA ZABDA FASYA
NRP.2314 030 045

NIHAYATUL FADILA
NRP.2314 030 110

Dosen Pembimbing
Ir. Imam Syafril, MT.

PROGRAM STUDI
DEPARTEMEN TEKNIK KIMIA INDUSTRI
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017



FINAL PROJECT - TK145501

**UTILIZATION OF RISK HUSK AS ADSORBENT TO
REDUCE WASTE CHROMIUM**

AWWALIA ZABDA FASYA
NRP. 2314 030 045

NIHAYATUL FADILA
NRP. 2314 030 110

Supervisor
Ir. Imam Syafril, MT.

DEPARTEMENT OF CHEMICAL ENGINEERING INDUSTRY
Faculty of VOCATIONAL
Institute Technology of Sepuluh Nopember
Surabaya 2017

LEMBAR PENGESAHAN

**LAPORAN TUGAS AKHIR DENGAN JUDUL :
PEMANFAATAN ARANG SEKAM PADI SEBAGAI ADSORBEN GUNA
MENGURANGI LIMBAH Cr**

TUGAS AKHIR

Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Ahli Madya
pada
Departemen Teknik Kimia Industri
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh

Awwalia Zabda Fasya
Nihayatul Fadila

(NRP 2314 030 045)
(NRP 2314 030 110)

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir :

Dosen Pembimbing



Ir. Imam Syafril, MT
NIP. 19570819 198601 1 001

Mengetahui,

**Kepala Departemen Teknik Kimia Industri
FV-ITS**



Ir. Agung Subyakto, M.S.
NIP. 19580312 198601 1 001

SURABAYA, 26 JULI 2017

LEMBAR REVISI

Telah diperiksa dan disetujui sesuai dengan hasil ujian tugas akhir pada tanggal 13 Juli 2017 untuk tugas akhir dengan judul **“Pemanfaatan Arang Sekam Padi Sebagai Adsorben Guna Mengurangi Limbah Cr”**, yang disusun oleh :

Awwalia Zabda Fasya
Nihayatul Fadila

(NRP 2314 030 045)
(NRP 2314 030 110)

Disetujui oleh Tim Penguji Ujian Tugas Akhir :

1. Achmad Ferdiansyah P.P, ST, MT

.....

2. Ir. Sri Murwanti MT

.....

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir :

1. Ir. Imam Syafril, MT.

.....

SURABAYA, 26 JULI 2017

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT, Tuhan bagi seluruh alam. Hanya dengan Rahmat dan Hidayah-Nya kami dapat menyelesaikan Tugas Akhir kami yang berjudul **Pemanfaatan Arang Sekam Padi Sebagai Adsorben Guna Mengurangi Limbah Cr**”

Tugas akhir ini disusun sebagai tugas yang harus ditempuh dan diselesaikan di akhir semester ini sebagai persyaratan kelulusan Departemen Teknik Kimia Industri, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Tujuan dari pengerjaan Tugas Akhir ini adalah mahasiswa dapat memahami dan mampu mengenal prinsip-prinsip perhitungan dari peralatan-peralatan industri terutama industri kimia yang telah dipelajari di bangku kuliah serta aplikasinya dalam sebuah perencanaan pabrik.

Penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu dan memberikan dukungan serta bimbingan hingga terselesaikannya Tugas Akhir ini, antara lain kepada :

1. Allah SWT yang telah memberikan kami Rahmat, Hidayah-Nya serta memberikan kesabaran dan kekuatan yang tidak terkira kepada hamba-Nya.
2. Ayah, Ibu, adik, serta keluarga yang senantiasa telah memberikan dukungan dan motivasi kepada penulis secara moril dan materiil serta do'a yang membuat penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan tepat waktu serta usaha yang maksimal.
3. Bapak Ir. Agung Subyakto, MS. selaku Ketua Departemen Teknik Kimia Industri, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
4. Ibu Warlinda Eka Triastuti, S.Si., MT. Selaku Koordinator Tugas akhir Departemen Teknik Kimia Industri, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

5. Bapak Ir. Imam Syafril, MT. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir Departemen Teknik Kimia Industri, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
6. Bapak Achmad Ferdiansyah PP, ST, MT dan Ibu Ir. Sri Murwanti MT. selaku Dosen Penguji Tugas Akhir Departemen Teknik Kimia Industri, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
7. Bapak Ir. Agung Subyakto, MS. dan Ibu Warlinda Eka Triastuti, S.Si, MT. selaku Dosen Wali kami di kampus Departemen Teknik Kimia Industri, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
8. Segenap Dosen, staff dan karyawan Departemen Teknik Kimia Industri, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
9. Rekan-rekan seperjuangan, angkatan 2014 Departemen Teknik Kimia Industri, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
10. Serta semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian Tugas Akhir yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu.

Akhir kata penulis mengucapkan mohon maaf yang sebesar-besarnya kepada semua pihak jika dalam proses dari awal sampai akhir penulisan penelitian Tugas Akhir ini ada kata-kata atau perilaku yang kurang berkenan. Terima kasih atas perhatiannya dan kerjasamanya.

Surabaya, 26 Juli 2017

Penyusun

Pemanfaatan Arang Sekam Padi Sebagai Adsorben Guna Mengurangi Limbah Cr

Nama Mahasiswa : 1 Awwalia Zabda Fasya 2314 030 045
: 2 Nihayatul Fadila 2314 030 110
Program Studi : Departemen Teknik Kimia Industri
Fakultas Vokasi-ITS
Dosen Pembimbing : Ir. Imam Syafril, MT.

ABSTRAK

Pertumbuhan penduduk dunia yang sangat cepat dan perkembangan industri yang semakin pesat menyebabkan makin banyak bahan buangan yang bersifat racun yang dibuang ke lingkungan. Di Indonesia, sumber pencemar dapat berasal dari limbah rumah tangga, perusahaan-perusahaan, pertambangan, industri dan lain-lain. Zat-zat pencemar lebih didominasi oleh bahan buangan logam berat. Keberadaan sekam padi di Indonesia sendiri belum mendapatkan perhatian dan hanya terbatas untuk beberapa keperluan sederhana misalnya untuk abu gosok atau pakan ternak. Bahkan di sebagian daerah sekam padi dibuang begitu saja dan dianggap sebagai bahan yang kurang bermanfaat.

Dalam percobaan ini, akan dipelajari daya adsorpsi arang sekam padi terhadap ion logam khrom (Cr) melalui studi laboratorium. Bahan baku yang digunakan pada percobaan kali ini adalah arang sekam padi dengan menggunakan aktivator HCl dengan variabel berubah yaitu konsentrasi aktivator HCl dan metode aktivasi. Metode aktivasi yang digunakan yaitu metode fisika, metode kimia dan metode kimia-fisika. Untuk metode fisika hanya dengan pemanasan 400°C . Proses aktivasi kimia dilakukan dengan cara perendaman bahan baku menggunakan aktivator HCl dan dipanaskan lagi pada suhu 105°C yang bertujuan untuk memperbesar luas permukaan arang dengan membuka pori-pori yang tertutup tar, hidrokarbon dan zat-zat organik lainnya sehingga mampu memperbesar kapasitas adsorpsi. Sedangkan metode aktivasi kimia-fisika arang sekam padi yang telah diaktivasi fisika, diaktivasi dengan HCl dan dipanaskan lagi pada suhu 150°C . Uji analisa yang dilakukan yaitu uji analisa terhadap I_2 dan uji analisa daya serap terhadap logam khromium (Cr^{6+})

Dari hasil percobaan didapatkan bahwa dari tiga metode aktivasi yaitu fisika, kimia dan kimia fisika didapat nilai daya serap terhadap I_2 tertinggi pada metode aktivasi kimia-fisika dengan konsentrasi aktivator HCl 30% yaitu sebesar 826.25 mg/gram. Hasil yang didapat sesuai dengan SNI 06-3730-1995 yaitu minimal 750 mg/gram. Kadar khromium (Cr^{6+}) Limbah Cair Industri Unit Pengolahan Industri Kecil Pelapisan Ni dan Cr UKM “

Usaha Croom AB'' Bangil Pasuruan sebelum ditambahkan adsorben arang sekam padi yaitu sebesar 98.60 mg/L. Rata-rata kadar (Cr^{6+}) dalam limbah setelah penambahan arang sekam padi dengan konsentrasi aktivator HCl 5% sebesar 36.47 mg/L atau penurunannya 62.13 mg/L (63.01), untuk konsentrasi aktivator HCl 10% sebesar 25.82 mg/L atau penurunannya 72.78 mg/L (73.81%), konsentrasi aktivator HCl 15% sebesar 24.55 mg/L atau penurunannya 74.05 mg/L (75,10%), konsentrasi aktivator HCl 20% sebesar 23.88 mg/L atau penurunannya 74.72 mg/L (75.78%), konsentrasi aktivator HCl 25% sebesar 22.04 mg/L atau penurunannya 76.56 mg/L (77.64%), dan untuk konsentrasi aktivator HCl 30% sebesar 21.70 mg/L atau penurunannya 76.9 mg/L (77.99%).

Kata kunci : adsorben, arang sekam padi, aktivasi, bilangan iodine

UTILIZATION OF RICE HUSK AS ADSORBENT TO REDUCE WASTE CHROMIUM

Student Name : 1 Awwalia Zabda Fasya 2314 030 045
2 Nihayatul Fadila 2314 030 110
Study Program : Departement of Industrial Chemical
Engineering Faculty of Vocations
Supervisor : Ir. Imam Syafril, MT.

ABSTRACT

The rapid growth of the world's population and the rapidly expanding industrial development cause more toxic waste to be discharged into the environment. In Indonesia, sources of pollutants can come from household waste, companies, mining, industry and others. Pollutants are more dominated by heavy metal waste materials. The existence of rice husks in Indonesia itself has not received attention and is limited to a few simple needs such as for ash or livestock feed. Even in some areas rice husks are thrown away and considered as a less useful material.

In this experiment, we will study the adsorption power of rice husk chaff on chromium metal ion (Cr) through laboratory study. The raw materials used in this experiment are rice husk charcoal using HCl activator with variable change ie HCl activator concentration and activation method. Activation method used is physics method, chemical method and chemical-physics method. For physics method only with 400°C heating. The chemical activation process is carried out by immersing the raw material using HCl activator and heated again at a temperature of 105°C which aims to enlarge the outer surface of the charcoal by opening tar-covered pores, hydrocarbons and other organic substances so as to enlarge the adsorption capacity. While the chemical-physics activation method of rice husk chaff that has been activated physics, activated with HCl and reheated again at a temperature of 150°C. Analyze test conducted that is analysis test to I₂ and test of absorption power to chromium metal (Cr⁶⁺)

From the experimental results, there are three methods of activation, physics, chemistry, and physical chemistry, the highest absorption value of I₂ on chemical-physics activation method with the concentration of 30% HCl activator is 826.25 mg / gram. The results are in accordance with SNI 06-3730-1995 that is at least 750 mg / gram. Chromium level (Cr⁶⁺) Industrial Liquid Waste Small Processing Industry Unit Coating Ni and Cr UKM "Croom AB Enterprises" Bangil Pasuruan before added rice rice husk adsorbent that is equal to 98.60 mg / L. Average concentration (Cr⁶⁺) in waste after addition of rice husk charcoal with 5% HCl activator

concentration of 36.47 mg / L or a reduction of 62.13 mg / L (63.01), for a concentration of 10% HCl activator by 25.82 mg / L or a reduction of 72.78 mg / L (73.81%), concentration of 15% HCl activator 24.55 mg / L or decrease 74.05 mg / L (75.10%), 20% HCl activator concentration of 23.88 mg / L or 74.72 mg / L (75.78%) , Concentration of 25% HCl activator by 22.04 mg / L or 76.56 mg / L (77.64%), and for concentration of 30% HCl activator 21.70 mg / L or 76.9 mg / L (77.99%).

Keywords: adsorbent, rice husk charcoal, activation, iodine number

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
LEMBAR PENGESAHAN	
LEMBAR PERSETUJUAN	
KATA PENGANTAR	i
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR GRAFIK	x
DAFTAR TABEL	xi
BAB I PENDAHULUAN	
I.1 Latar Belakang Masalah	I-1
I.2 Perumusan Masalah	I-6
I.3 Batasan Masalah	I-7
I.4 Tujuan Inovasi Produk.....	I-7
I.5 Manfaat Inovasi Produk.....	I-7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
II.1 Definisi Sekam dan Arang Sekam.....	II-1
II.2 Adsorpsi.....	II-8
II.3 Macam-Macam Adsorben	II-9
II.4 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Adsorben	II-9
II.5 Logam Khrom dan Keberadaannya.....	II-9
II.6 Arang Aktif.....	II-9
II.7 Syarat Mutu Karbon Aktif.....	II-9
II.8 Penggunaan Karbon Aktif	II-9
II.9 Proses Pembuatan Karbon Aktif.....	II-9
II.10 Penelitian Terdahulu.....	II-9
BAB III METODOLOGI PEMBUATAN PRODUK	
III.1 Tahap Pelaksanaan	II-1
III.2 Bahan Yang Digunakan	II-8
III.3 Peralatan Yang Digunakan.....	II-9
III.4 Variabel Yang Dipilih	II-9
III.5 Prosedur Pembuatan.....	II-9

III.6 Diagram Alir	II-9
III.7 Diagram Blok Proses Pembuatan.....	II-9
III.8 Gambar Proses Percobaan.....	II-9
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
IV.1 Daya Serap Terhadap I_2	II-9
IV.2 Daya Serap Terhadap Logam Khromium (Cr^{6+})	II-9
BAB V NERACA MASSA DAN NERACA ENERGI	V-1
BAB VI ANALISA BIAYA	VI-1
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....	VII-1
DAFTAR NOTASI	xii
DAFTAR PUSTAKA	xiii
LAMPIRAN:	
1. Apendiks A – Neraca Massa	
2. Apendiks B – Neraca Energi	

DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1 Padi	II-1
Gambar II.2 Sekam Padi	II-1
Gambar II.3 Arang Sekam Padi	II-3
Gambar II.4 Karbon Aktif.....	II-13

DAFTAR GRAFIK

Grafik IV.1	Grafik Pengaruh Konsentrasi HCl Terhadap Daya Serap I_2	IV-3
Grafik IV.2	Grafik Pengaruh Konsentrasi Aktivator HCl Terhadap Daya Serap I_2	IV-4
Grafik IV.3	Grafik Hubungan Antara Konsentrasi Aktivator HCl Dengan Daya Sepa Terhadap Limbah Cr^{6+}	IV-7
Grafik VII.2	Grafik <i>Break Even Point</i> (BEP).....	VI-8

DAFTAR TABEL

Tabel II.1	Komposisi Kimia Sekam Padi	II-2
Tabel II.2	Komposisi Kimia Arang Sekam Padi.....	II-3
Tabel II.3	Syarat Mutu Karbon Aktif.....	II-10
Tabel II.4	Persyaratan Karbon Aktif Berdasarkan SNI 06-3730-1995	II-11
Tabel II.5	Penggunaan Karbon Aktif.....	II-11
Tabel IV.1	Hasil Daya Serap Pada Sekam Bakar.....	IV-1
Tabel IV.2	Hasil Daya Serap Terhadap Iodium (I2) dengan Berbagai Metode Aktivasi	IV-1
Tabel IV.3	Hasil Penyerapan Ion Logam Cr pada Limbah Cair Industri Setelah Penambahan Arang Aktif Sekam Padi Metode Kimia Fisika.....	IV-6
Tabel V.1	Neraca Massa Furnace	V-1
Tabel V.2	Neraca Massa Proses Pengayakan.....	V-2
Tabel V.3	Neraca Massa Proses Aktivasi	V-3
Tabel V.4	Neraca Massa Proses Pencucian	V-4
Tabel V.5	Neraca Massa Proses Pengeringan	V-5
Tabel V.6	Neraca Panas Furnace	V-6
Tabel V.7	Neraca Panas Aktivasi.....	V-7
Tabel V.8	Neraca Panas Proses Pengeringan.....	V-8
Tabel VII.1	Biaya Investasi Peralatan per Bulan	VI-1
Tabel VII.2	Biaya Kebutuhan Bahan Baku per Produk	VI-2
Tabel VII.3	Biaya Utilitas per Bulan	VI-2
Tabel VII.4	Biaya Pendukung Lainnya per Bulan	VI-3

BAB I

PENDAHULUAN

I.1. Latar Belakang Masalah

Pertumbuhan penduduk dunia yang sangat cepat dan perkembangan industri yang semakin pesat menyebabkan makin banyak bahan buangan yang bersifat racun yang dibuang ke lingkungan. Bahan-bahan buangan ini yang nantinya menjadi limbah dan mencemari lingkungan dalam jumlah yang sulit di kontrol secara tepat. Di Indonesia, sumber pencemar dapat berasal dari limbah rumah tangga, perusahaan-perusahaan, pertambangan, industri dan lain-lain. Zat-zat pencemar lebih didominasi oleh bahan buangan logam berat (*Tangio, 2012*).

Limbah berbahaya yang sering digunakan dalam industri tekstil adalah krom yang merupakan salah satu logam berat. Apabila limbah industri tekstil yang mengandung khrom dibuang langsung ke dalam lingkungan tanpa melalui pengolahan lebih dahulu, berakibat menambah jumlah ion logam pada air lingkungan. Air lingkungan yang berlebihan jumlah ion logam pada umumnya tidak dapat dikonsumsi sebagai air minum. Kandungan khrom dalam air dapat menimbulkan efek kesehatan bagi manusia. Daya racun yang dimiliki oleh logam Cr ditentukan oleh valensi ionnya. Sifat racun yang dibawa oleh logam ini juga dapat mengakibatkan terjadinya keracunan akut dan keracunan kronis. Agar dapat memenuhi baku mutu yang ditetapkan maka harus dilakukan pengolahan terhadap limbah ini sebelum dibuang ke badan air (*Jannatin, dkk 2011*).

Menurut Setyaningtyas (2005), usaha-usaha pengendalian limbah ion logam belakangan ini semakin berkembang, yang mengarah pada upaya-upaya pencarian metode-metode baru yang murah, efektif, dan efisien. Beberapa metode kimia maupun biologis telah dicoba untuk menghilangkan logam berat yang terdapat di dalam limbah, diantaranya adsorpsi, pertukaran ion (*ion exchange*), dan pemisahan dengan membran. Proses adsorpsi lebih banyak dipakai dalam industri karena mempunyai beberapa



keuntungan, yaitu lebih ekonomis dan juga tidak menimbulkan efek samping yang beracun serta mampu menghilangkan bahan-bahan organik. Adsorpsi adalah proses akumulasi adsorbat pada permukaan adsorben yang disebabkan oleh gaya tarik antar molekul adsorbat dengan permukaan adsorben. Interaksi yang terjadi pada molekul adsorbat dengan permukaan kemungkinan diikuti lebih dari satu interaksi, tergantung pada struktur kimia masing-masing komponen.

Penggunaan adsorben konvensional memerlukan biaya operasional dan regenerasi yang relatif lebih mahal. Adsorben konvensional yang sering digunakan dalam proses adsorpsi adalah alumina, karbon aktif, silika gel, dan zeolit. Adsorben konvensional mempunyai kemampuan adsorpsi yang baik tetapi tidak ekonomis. Dewasa ini sedang digalakkan penelitian mengenai penggunaan adsorben alternatif yang berasal dari alam, karena selain memiliki kemampuan adsorpsi yang baik, adsorben tersebut juga bersifat lebih ekonomis (Wiloso, 2003).

Salah satu adsorben yang memiliki prospek yang baik adalah material biologi maupun limbah pertanian seperti alga, limbah tanaman padi, jagung, pisang dan lain-lain. Diantara beberapa limbah organik yang menarik adalah penggunaan sekam padi. Hal ini disebabkan sifat sekam padi yang rendah nilai gizinya, tahan terhadap pelapukan, mempunyai kandungan kayu seta mempunyai kandungan karbon yang cukup tinggi. Sekam padi dapat digunakan sebagai adsorben karena selulosa dan hemiselulosa mempunyai potensi yang cukup besar untuk dijadikan sebagai penyerap yang memiliki gugus OH yang terikat sehingga dapat berinteraksi dengan komponen adsorbat. Selain itu ketersediaan limbah sekam padi yang cukup banyak di segala tempat di sekitar penggilingan padi dan pemanfaatan limbah tersebut yang masih terbatas. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik Nasional (BPS Nasional) produksi padi di Indonesia dalam 3 tahun terakhir meningkat dari tahun 2013 adalah 71,28 ton GKG (Gabah Kering Giling) pada tahun 2014 menjadi 70,85 juta ton GKG pada tahun 2015 menjadi 75 juta ton GKG, oleh



karena itu dengan semakin meningkatnya produksi padi maka akan meningkat juga limbah dari sekam padi. Keberadaan sekam padi di Indonesia sendiri belum mendapatkan perhatian dan hanya terbatas untuk beberapa keperluan sederhana misalnya untuk abu gosok atau pakan ternak. Bahkan di sebagian daerah sekam padi dibuang begitu saja dan dianggap sebagai bahan yang kurang bermanfaat (Nurhasni, 2014).

Penelitian-penelitian penggunaan sekam padi sebagai adsorben sudah banyak dilakukan. Nuhasni (2014) mengadakan penelitian tentang penyerapan ion logam Cd dan Cr dalam air limbah menggunakan sekam padi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kondisi optimum penyerapan yaitu pH 5 untuk Cd, dan pH 6 untuk Cr, konsentrasi ion logam 20 mg/L, dan lama pemanasan 2,5 jam. Efisiensi penyerapan pada air limbah multikomponen untuk Cd adalah 70,42 %, sedangkan untuk Cr adalah 71,55 %. Hasil yang sama juga ditunjukkan oleh Danarto (2007) meneliti tentang pengaruh aktivasi karbon dari sekam padi pada proses adsorpsi logam Cr (VI) yang menyatakan bahwa aktivasi karbon dari sekam padi menggunakan larutan ZnCl_2 akan meningkatkan kemampuan penyerapan larutan Cr (VI). Kemampuan penyerapan maksimal karbon aktif terhadap Cr (VI) berdasarkan perlakuan metode I lebih baik daripada perlakuan metode II. Kemampuan penyerapan maksimal karbon aktif berdasarkan perlakuan metode I mencapai 95,6% dan untuk perlakuan metode II mencapai 87,7%. Penelitian-penelitian di atas menunjukkan hasil yang menjanjikan.

Dalam percobaan ini, akan dipelajari daya adsorpsi arang sekam padi terhadap ion logam khrom (Cr) melalui studi laboratorium. Bahan baku yang digunakan pada percobaan kali ini adalah arang sekam padi. Proses aktivasi dilakukan dengan cara perendaman bahan baku menggunakan aktivator HCl yang bertujuan untuk memperbesar luas permukaan arang dengan membuka pori-pori yang tertutup tar, hidrokarbon dan zat-zat organik lainnya sehingga mampu memperbesar kapasitas adsorpsi.



Berkaitan dengan hal tersebut di atas, perlu kiranya untuk menggunakan arang sekam padi sebagai adsorpsi logam khrom. Hal ini penting dilakukan untuk memanfaatkan arang sekam padi dan dapat digunakan sebagai usaha menanggulangi pencemaran limbah cair yang mengandung logam-logam berat dan sangat membahayakan makhluk hidup.

I.2 Perumusan Masalah

Adapun perumusan masalah pada percobaan ini adalah:

1. Bagaimana cara mengetahui pengaruh daya serap I_2 pada karbon aktif arang sekam padi dengan tiga metode aktivasi yaitu aktivasi fisika, aktivasi kimia, dan aktivasi kimia-fisika?
2. Bagaimana cara mengetahui pengaruh efektivitas penurunan kandungan ion Cr dalam limbah cair industri menggunakan adsorben dari arang sekam padi?

I.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam percobaan ini adalah proses yang digunakan dalam pembuatan arang aktif adalah proses pengarangan dan aktivasi menggunakan aktivator HCl dengan variabel berubah yaitu konsentrasi aktivator HCl dan metode aktivasi. Adsorben karbon aktif yang akan dibuat berukuran lolos pada ayakan 100 *mesh*.

I.4 Tujuan Inovasi Produk

Tujuan dari inovasi produk pada percobaan ini adalah:

1. Untuk mengetahui pengaruh daya serap I_2 pada karbon aktif arang sekam padi dengan tiga metode aktivasi yaitu aktivasi fisika, aktivasi kimia dan aktivasi kimia-fisika.
2. Untuk mengetahui pengaruh efektivitas penurunan kandungan ion Cr dalam limbah cair industri menggunakan adsorben dari arang sekam padi.



I.5 Manfaat Inovasi Produk

Manfaat dari inovasi produk pada percobaan ini adalah:

1. Memberikan informasi tentang daya adsorpsi arang sekam padi terhadap limbah cair industri yang mengandung ion logam berat khrom
2. Diharapkan dapat memperkaya sumber-sumber bahan penyerap yang dipakai untuk menangani limbah cair yang mengandung logam-logam berat yang sering menjadi permasalahan bagi lingkungan
3. Sebagai sumber penelitian dan ilmu pengetahuan mengenai bahan baku alternatif pembuatan karbon aktif, khususnya dalam bidang teknik kimia dan industri pada umumnya.



Halaman Ini Sengaja Dikosongkan

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1 Dasar Teori

II.1.1 Definisi Sekam dan Arang Sekam

Padi (*Oryza sativa L.*) merupakan komoditas tanaman paling penting di Indonesia. Produktivitas padi Indonesia tahun 2013 sebesar 71,29 juta ton GKG dengan luas panen 13.445.524 ha. Jumlah penduduk Indonesia meningkat dengan laju pertumbuhan 1,36% per tahun sementara konsumsi beras pada tahun 2013 mencapai 130 kg per kapita. Itu artinya kebutuhan beras nasional pada 2035 akan mencapai 43 juta ton atau setara dengan 76 juta ton GKG (Rivaldi, 2015).

Padi merupakan produk utama pertanian di negara agraris, termasuk Indonesia. Sekam padi yang merupakan salah satu produk sampingan dari proses penggilingan padi, selama ini hanya menjadi limbah yang belum dimanfaatkan secara optimal. Sekam padi biasanya hanya digunakan sebagai bahan pembakar bata merah atau dibuang begitu saja. Padahal dari beberapa penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa abu sekam padi banyak mengandung silika (Pamalia, 2008).



Gambar II.1 Padi Gambar II.2 Sekam Padi

Sekam padi adalah bagian terluar dari butir padi, yang merupakan hasil sampingan saat proses penggilingan padi dilakukan. Sekitar 20 % dari bobot padi adalah sekam padi, dan



15 % berat abu akan diperoleh dari total berat sekam padi yang dibakar. Abu sekam padi merupakan bahan buangan dari padi yang mempunyai sifat khusus yaitu mengandung senyawa kimia yang dapat bersifat pozolan, yaitu mengandung silika (SiO_2). Nilai paling umum kandungan silika dari abu sekam adalah 94 -96 % dan apabila nilainya mendekati atau di bawah 90 % kemungkinan disebabkan oleh sampel sekam yang telah terkontaminasi dengan zat lain yang kandungan silikanya rendah (*Sayyidatul, 2010*).

Menurut Suharno (1979), ditinjau dari komposisi kimia sekam padi mengandung beberapa unsur kimia penting seperti terlihat dalam tabel berikut :

Tabel II.1 Komposisi Kimia Sekam Padi

Komponen	Kandungan (%)
Kadar Air	9.020
Protein Kasar	3.027
Lemak	1.180
Serat Kasar	35.680
Abu	17.710
Karbohidrat Kasar	33.710

Kandungan unsur kimia dalam sekam padi dapat dimanfaatkan untuk berbagai keperluan di antaranya sebagai bahan baku pada industri kimia, terutama kandungan zat kimia pentose yang dapat digunakan sebagai bahan baku dalam berbagai industri kimia antara lain furfural. Disamping itu dapat pula dimanfaatkan sebagai arang aktif, karena kandungan selulosa dan karbohidrat yang cukup tinggi.

Sekam padi yang dibakar akan menghasilkan abu sekam dengan silika berbentuk amorf dan biasanya mengandung 85-90% silika dan 10-15% karbon. Silika yang terdapat dalam sekam ada dalam bentuk amorf terhidrat. Tapi jika pembakaran dilakukan secara terus menerus pada suhu di atas 650°C akan menaikkan kristalinitasnya dan akhirnya akan terbentuk fasa kristobalit dan tridimit dari silika sekam (*Pamalia, 2008*).



Gambar II.3 Arang Sekam Padi

Arang dari sekam padi tidak mengandung garam-garam yang merugikan tanaman. Arang sekam kaya akan kandungan karbon, dimana unsur karbon sangat diperlukan dalam membuat kompos. Ditinjau dari komposisi kimia sekam padi mengandung beberapa unsur kimia penting seperti terlihat dalam tabel berikut :

Tabel II.2 Komposisi Kimia Arang Sekam Padi

Komponen	Kandungan (%)
Karbon	41.02
Silikon Dioksida	31.86
Kalsium Oksida	16.50
Material tak terbakar	10.08

(Balai Penelitian dan Konsultasi Industri, 2017)

Arang sekam padi memiliki banyak kegunaan baik di dunia pertanian maupun untuk kebutuhan industri. Para petani memanfaatkan arang sekam sebagai penggembur tanah. Arang sekam dibuat dari pembakaran tak sempurna atau pembakaran parsial sekam padi. Bahan baku arang sekam bisa didapatkan dengan mudah di tempat-tempat penggilingan beras. Pemanfaatan sekam padi sebagai tambahan atau campuran media tanam memiliki berbagai kelebihan, antara lain karena harga sekam padi murah dan mudah di dapat, mudah dalam pembuatan dan biaya pembuatan murah, pemanfaatan limbah pertanian, arang sekam mudah menyerap air, arang sekam mudah menyimpan oksigen yang baik untuk akar (Purnomo, 2014).



II.1.2 Adsorpsi

Adsorpsi adalah proses pengumpulan substansi terlarut (*soluble*) yang ada dalam larutan oleh permukaan benda penyerap dimana terjadi suatu ikatan kimia fisika antara substansi dan penyerapnya. Proses adsorpsi digambarkan sebagai proses molekul meninggalkan larutan dan menempel pada permukaan zat penyerap akibat ikatan fisika dan kimia. Permukaan padatan yang kontak dengan suatu larutan cenderung untuk menghimpun lapisan dari molekul-molekul zat terlarut pada permukaannya akibat kesetimbangan gaya-gaya pada permukaan (*Sawyer, 1994*).

Adsorpsi dapat terjadi pada antarmuka padat-cair, padat-gas atau gas-cair. Molekul yang terikat pada bagian antar muka disebut adsorbat, sedangkan permukaan yang menyerap molekul-molekul adsorbat disebut adsorben. Pada adsorpsi, interaksi antara adsorben dengan adsorbat hanya terjadi pada permukaan adsorben. Adsorpsi adalah gejala pada permukaan, sehingga makin besar luas permukaan maka makin banyak zat yang teradsorpsi. Walaupun demikian, adsorpsi masih bergantung pada sifat zat pengadsorpsi (*Apriliani, 2010*).

Menurut Ketaren (1986), daya adsorpsi karbon aktif disebabkan karena karbon mempunyai pori-pori dalam jumlah besar dan adsorpsi akan terjadi karena adanya perbedaan energi potensial antara permukaan karbon dan zat yang diserap. Karbon merupakan bahan padat berpori dan umumnya diperoleh dari hasil pembakaran kayu atau bahan yang mengandung unsur karbon. Umumnya karbon mempunyai daya adsorpsi tersebut dapat diperbesar dengan cara mengaktifkan karbon menggunakan uap atau bahan kimia.

II.1.2.1 Model Adsorpsi Isothermis

Untuk mengevaluasi kemampuan biomassa dalam mengadsorpsi larutan logam berat dapat dilakukan dengan mendapatkan data keseimbangan adsorpsi yang diperoleh dari eksperimen. Keseimbangan adsorpsi ion-ion logam dapat digambarkan dengan model adsorpsi isothermal yang digunakan oleh larutan. Model-model adsorpsi isothermal dari Langmuir



(1918) dan Freundlich (1962) telah banyak digunakan dalam literatur untuk memodelkan adsorpsi keseimbangan dalam larutan.

Model Isothermis Langmuir

Model ini dapat dinyatakan dalam persamaan (1):

$$q_e = \frac{q_{\max} b C_e}{1 + b C_e}$$

dengan q_e adalah jumlah ion logam yang terserap per satuan berat biomassa, mg/g; C_e adalah konsentrasi keseimbangan ion logam dalam larutan, mg/l; q_{\max} adalah kapasitas serap maksimum bahan penyerap, mg/g; dan b adalah konstanta keseimbangan adsorpsi.

Model Isothermis Langmuir

Model ini dapat dinyatakan dalam persamaan (2):

$$q_e = k C_e^{1/n}$$

dengan k dan n adalah konstanta keseimbangan adsorpsi. (Soeprijanto dkk, 2007).

II.1.3 Macam-Macam Adsorben

a. Silika Gel

Silika gel cenderung mengikat adsorbat dengan energi yang relatif lebih kecil dan membutuhkan temperatur yang lebih rendah untuk proses desorpsi, dibandingkan jika menggunakan adsorben lain seperti karbon atau zeolit. Kemampuan desorpsi silika gel meningkat dengan meningkatnya temperatur. Silika gel terbuat dari silika dengan ikatan kimia mengandung air kurang lebih 5%. Pada umumnya temperatur kerja silika gel sampai pada temperatur 200°C, jika dioperasikan lebih dari batas temperatur kerjanya maka kandungan air dalam silika gel akan hilang.

b. Zeolit



Zeolite mengandung kristal zeolit yaitu mineral *aluminosilicate* yang disebut sebagai penyaring molekul. Mineral *aluminosilicate* ini terbentuk secara alami. Zeolit memiliki diameter pori yang lebih besar sehingga dapat mengadsorpsi adsorbat pada umumnya.

c. Karbon Aktif

Karbon Aktif dapat dibuat dari batubara, kayu, dan tempurung kelapa melalui proses *pyrolizing* dan *carburizing* pada temperatur 700 sampai 800°C. Hampir semua adsorbat dapat diserap oleh karbon aktif kecuali air. Karbon aktif dapat ditemukan dalam bentuk bubuk dan *granular*. Granular merupakan gumpalan-gumpalan dari partikel-partikel yang lebih kecil, umumnya tidak berbentuk tidak merata dan menjadi seperti patikel tunggal yang lebih besar. Pada umumnya karbon aktif dapat mengadsorpsi methanol atau sampai dengan 30%, bahkan karbon aktif super dapat mengadsorpsi sampai dua kalinya.

(Ambarita, 2008).

II.1.4 Faktor-faktor yang mempengaruhi adsorben

Banyaknya adsorbat yang terserap pada permukaan adsorben dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu:

1. Jenis adsorben dapat ditinjau dari :
 - a. Ukuran molekul adsorbat, rongga tempat terjadinya adsorpsi dapat dicapai melalui ukuran yang sesuai, sehingga molekul-molekul yang beda diadsorpsi adalah molekul-molekul yang berdiameter sama atau lebih kecil dari diameter pori adsorben
 - b. Polaritas molekul adsorbat, apabila diameter sama, molekul-molekul polar lebih kuat diadsorpsi daripada molekul-molekul kurang polar, sehingga molekul-molekul yang lebih bisa menggantikan molekul-molekul yang kurang polar yang telah diserap
2. Sifat adsorben dapat ditinjau dari



- a. Kemurnian adsorben, adsorben yang lebih murni memiliki daya serap yang lebih baik
- b. Luas permukaan, semakin luas permukaan adsorben maka jumlah adsorbat yang terserap akan semakin banyak pula
- c. Temperatur, adsorpsi merupakan proses eksotermis sehingga jumlah adsorbat akan bertambah dengan berkurangnya temperature adsorbat. Adsorpsi fisika yang substansi bisa terjadi pada temperatur di bawah titik didih adsorbat, terutama dibawah suhu 50°C . Sebaliknya pada adsorpsi kimia, jumlah yang diadsorpsi berkurang dengan naiknya temperatur adsorbat
- d. Tekanan untuk adsorpsi fisika, kenaikan tekanan adsorbat mengakibatkan kenaikan jumlah zat yang diadsorpsi
(Apriliani, 2010).

II.1.5 Logam Krom Dan Keberadaanya

Logam krom merupakan salah satu senyawa yang dipergunakan secara luas dalam dunia perindustrian, diantaranya industri penyamakan kulit, industri elektroplating, industri sablon, dan industri pembersihan logam. Sebagian besar industri tersebut belum memiliki sistem pengolahan limbah untuk logam berat dan cenderung membuang limbahnya ke lingkungan dan menimbulkan pencemaran. Logam krom memiliki bilangan oksidasi +2, +3, dan +6, tetapi di alam lebih banyak dijumpai dalam bentuk Cr^{3+} dan Cr^{6+} . Cr^{6+} bersifat lebih toksik dibandingkan Cr^{3+} dan juga penanganannya lebih sukar
(Made, 2016).

Senyawa kromium (Cr) dalam limbah cair industri penyamakan kulit berasal dari proses produksi penyamakan kulit, dimana dalam penyamakan kulit yang menggunakan senyawa kromium sulfat antara 60 %- 70 % dalam bentuk larutan kromium sulfat tidak semuanya dapat terserap oleh kulit pada saat proses



penyamakan sehingga sisanya dikeluarkan dalam bentuk cairan sebagai limbah cair. Keberadaan kromium dengan konsentrasi yang tinggi dalam limbah cair industri penyamakan kulit tentunya dapat menyebabkan pencemaran terhadap lingkungan (Joko, 2003).

Dampak kelebihan kromium pada tubuh akan terjadi pada kulit, saluran pernafasan, ginjal dan hati. Pengaruh terhadap saluran pernafasan yaitu iritasi paru-paru akibat menghirup debu kromium dalam jangka panjang dan mempunyai efek juga terhadap iritasi kronis, *polyp*, *tracheobronchitis* dan *pharyngitis* kronis. Reaksi asma lebih sering terjadi akibat Cr (VI) daripada Cr (III). Pada pekerja chrome-plating plants dan penyamakan kulit sering terjadi kasus pada mukosa hidung. Krom heksavalen (Cr^{6+}) dari buangan industri penyamakan kulit biasanya terdapat dalam bentuk kromat (CrO). Keracunan kromat ini dapat menimbulkan iritasi pada kulit, terakumulasi dalam hati, dan keracunan sistem uap kromat apabila terhirup dapat menimbulkan infeksi (radang) pada saluran pernafasan dan kanker paru-paru, serta kerusakan kulit oleh garam krom sebagai borok krom (Joko, 2003).

Telah banyak metode yang digunakan dan dikembangkan dalam upaya untuk menyisahkan kadar logam krom dari pelarutnya antara lain presipitasi menggunakan koagulan, separasi dengan membran, pertukaran ion dengan mesin resin, dan adsorpsi menggunakan adsorben. Dari beberapa metode yang digunakan, adsorpsi adalah metode yang paling efektif, dan juga ekonomis dalam penanganan limbah logam, diantaranya melalui penggunaan berbagai adsorben organik seperti zeolit, arang, dan berbagai limbah organik yang potensial seperti kulit jagung, kulit pisang, ataupun tempurung kelapa. Selain adsorben organik seperti biosorben, adsorben organik yang potensial selain lempung seperti batuan dan pasir juga dapat digunakan untuk mengadsorpsi logam berat (Made, 2016).



II.1.6 Arang aktif

Arang merupakan suatu padatan berpori yang mengandung 85-95% karbon, dihasilkan dari bahan-bahan yang mengandung karbon dengan pemanasan pada suhu tinggi. Ketika pemanasan berlangsung diusahakan agar tidak terjadi kebocoran udara didalam ruangan pemanasan, sehingga bahan yang mengandung karbon tersebut hanya terkarbonisasi dan tidak teroksidasi. Arang selain digunakan sebagai bahan bakar, juga dapat digunakan sebagai adsorben (penyerap). Daya serap ditentukan oleh luas permukaan partikel dan kemampuan ini dapat menjadi lebih tinggi jika terhadap arang tersebut dilakukan aktivasi dengan bahan kimia ataupun dengan pemanasan pada temperatur tinggi. Dengan demikian, arang akan mengalami perubahan sifat-sifat fisika dan kimia, arang yang demikian disebut sebagai kabn aktif (*Sembiring, 2003*).

Menurut Jankowska (1991), karbon aktif merupakan suatu bahan karbon yang diproses dengan menghasilkan struktur daya serap tinggi dan khususnya luas permukaan area internal yang besar. Tentunya, hal ini terdiri dari karbon (87-97%), tetapi juga mengandung elemen-elemen seperti hidrogen, oksigen, sulfur, dan nitrogen maupun berbagai senyawa lain dari bahan mentah yang digunakan dalam pembuatan atau dihasilkan selama proses produksi. Karbon aktif diperoleh dengan proses karbonisasi yang diikuti dengan aktivasi dari bahan yang mengandung zat arang dimana biasanya berasal dari tumbuh-tumbuhan.

Sifat karbon aktif ynag paling penting adalah daya serap. Untuk menghilangkan bahan-bahan terlarut dalam air, biasa menggunakan karbon aktif dengan mengubah sifat permukaan partikel karbon melalui proses oksidasi. Partikel ini akan menyerap bahan-bahan organik dan akan terakumulasi pada bidang permukaannya. Adsorpsi oleh karbon aktif akan melepaskan gas, cairan dan zat padat dari larutan dimana kecepatan reaksi dan kesempurnaan pelepasan tergantung pada pH, suhu, konsentrasi awal, ukuran molekul, berta molekul dan struktur molekul, sementara penyerapan terbesar adalah pada pH



rendah.

Luas permukaan karbon aktif berkisar antara 300-3500 m²/g dan ini berhubungan dengan stuktur pori internal yang menyebabkan karbon aktif mempunyai sifat sebagai adsorben. Karbon aktif dapat mengadsorpsi gas dan senyawa-senyawa kimia tertentu, tergantung pada besar atau volume pori-pori dan luas permukaan. Daya serap karbon aktif sangat besar yaitu 25-100% terhadap berat karbon aktif (*Sembiring, 2003*).

II.1.7 Syarat Mutu Karbon Aktif

Berdasarkan Anonymous (1979) yang menyatakan bahwa karbon aktif yang berfungsi sebagai adsorben tentunya memiliki paramater terhadap bahan karbon aktif yang dihasilkan. Adanya mengenai syarat mutu karbon aktif dapat dilihat pada tahap **Tabel II.2** sebagai berikut:

Tabel II.3 Syarat Mutu Karbon Aktif

No	Uraian	Satuan	Persyaratan	
			Butiran	Serbuk
1	Bagian yang hilang pada pemanasan 950 ⁰ C	%	Maks. 15	Maks. 25
2	Air	%	Maks. 4,4	Maks. 15
3	Abu	%	Maks 2,5	Maks.10
4	Bagian yang tidak terarang	-	Tidak ternyata	Tidak ternyata
5	Daya serap terhadap I2	mg/g	Min. 750	Min. 750
6	Karbon aktif murni, %	-	Min. 80	Min.65
7	Daya serap terhadap benzen, %	-	Min. 25	-
8	Daya serap terhadap biru Metilen	ml/g	Min. 60	Min 120
9	Kerapatan jenis curah	g/ml	0,45-0,55	0,30-0,35
10	Lolos ukuran mesh 325%	-	-	Min. 90
11	Jarak mesh, %	-	90	-



12	Kekerasan, %	-	80	-
----	--------------	---	----	---

Kualitas suatu karbon aktif yang dinilai berdasarkan persyaratan Standar Nasional Indonesia (SNI) 06-370-1995 pada **Tabel II.4**

Tabel II.4 Persyaratan Karbon Aktif Berdasarkan SNI 06-3730-1995

Jenis persyaratan	Parameter
Kadar Air	Maks 15%
Kadar Abu	Maks 10%
Kadar Zat Menguap	Maks 25%
Kadar Karbon Terikat	Min 65%
Daya Serap Terhadap Iodium	Min 750 mg/g
Daya Serap Terhadap Benzena	Min 25%

II.1.8 Penggunaan Karbon Aktif

Menurut Sembiring (2003), karbon aktif terbagi atas 2 tipe, yaitu karbon aktif sebagai pemucat dan karbon aktif sebagai penyerap uap. Sehingga karbon aktif banyak digunakan oleh kalangan industri, dimana hampir 60% produksi karbon aktif dunia ini dimanfaatkan oleh industri-industri gula dan pemurnian minyak dan lemak, kimia dan farmasi. Adapun penggunaan karbon aktif secara umum dapat dilihat pada **Tabel II.5**

Tabel II.5 Penggunaan Karbon Aktif

No	Pemakai	Kegunaan
1	Industri obat dan makanan	Menyaring, penghilang bau dan rasa
2	Minuman keras dan ringan	Penghilang warna, bau pada minuman
3	Kimia perminyakan	Penyulingan bahan mentah
4	Pembersih air	Penghilang warna, bau, penghilang resin
5	Budidaya udang	Pemurnian, penghilang ammonia, <i>netrite phenol</i> dan logan berat



6	Industri gula	Penghilang zat-zat warna, menyerap proses penyaringan menjadi lebih sempurna
7	Pelarut yang digunakan kembali	Penarikan kembali sebagai pelarut
8	Pemurnian gas	Menghilangkan sulfur, gas beracun, bau busuk asap
9	Katalisator	Reaksi katalisator pengangkut <i>vinil chloride</i> , vinil asetat
10	Peengolahan pupuk	Pemurnian, penghilangan bau

Karbon aktif digunakan untuk mengadopsi gas maupun cairan. Salah satu fungsi utama pada adsorpsi gas dengan karbon aktif adalah pemurnian gas buangan pada komponen beracun yang mengandung sulfur dioksida (SO_2), hydrogen sulfida (H_2S), karbon disulfide dan komponen organik sulfur. Diantaranya banyaknya metode *recovering* dan *neutralizing* SO_2 dari gas buangan, adsorpsi dengan karbon aktif memiliki peranan yang lebih besar. Pada adsorpsi fisika dari SO_2 dengan karbon aktif menggunakan katalis oksidasi *sulfur trioxide*, selanjutnya akan mengalami pembentukan dari asam sulfur dan sebagian cairan. Sehingga sulfur akan menyerap terperangkap oleh permukaan karbon aktif dalam tiga bentuk, sebagai adsorpsi fisika SO_2 , sebagai larutan asam sulfur, dan sebagai pembatas komponen penyusun sulfur pada permukaan (*Jankowska, 1991*).

Adsorpsi karbon aktif dari fase cairan banyak digunakan di industri makanan untuk berbagai produksi dan proses pembuatan makanan, seperti pada industri gula yang menggunakan adsorben karbon aktif untuk pemurnian sirup dan proses deklorinasi gula secara teknologi, sistem pemurnian air dengan karbon aktif digunakan untuk menghilangkan substansi yang berasal dan berbau tidak enak, serta untuk menghilangkan oksidasi produk yang dihasilkan dari *treatment* air dengan oksidator yang kuat (*Jankowska, 1991*).



II.1.9 Proses Pembuatan Karbon Aktif

Proses pembuatan karbon aktif dibedakan menjadi 2, yaitu metode langsung dan tidak langsung. Pada metode langsung, bahan dasar dibentuk sesuai ukuran yang diinginkan kemudian akan melalui proses karbonisasi serta aktivasi, lalu produk yang didapatkan kemudian disaring. Metode langsung ini biasa dipakai untuk karbon aktif yang berbahan dasar tempurung kelapa, batu bara yang relatif padat, dan bahan dasar lainnya yang digunakan untuk membuat karbon aktif yang berbentuk serbuk atau *Powdered Activated Carbon (PAC)*. Metode tidak langsung digunakan untuk karbon aktif yang berbahan dasar batu bara muda, *peat*, serta *petrol coke*. Untuk karbon aktif dengan bahan dasar seperti ini diperlukan proses *reconstitution* dan *pretreatment* selain proses-proses pada metode langsung di atas. Pada karbon aktif yang berbahan dasar batu bara muda, diperlukan proses *pretreatment* untuk mengontrol kehilangan pori-pori kecil selama proses karbonisasi yang disebabkan karena adanya *sweeling* dan *softening* dari batu bara tersebut (Sontheimer, 1985).



Gambar II.4 Karbon Aktif

Berdasarkan Cheremisinoff dan AC. Moressi (1978), mengemukakan bahwa proses pembuatan karbon aktif terdiri dari tiga tahap, yaitu:

1. *Dehidrasi*, yang merupakan proses penghilangan air dimana bahan mentah dipanaskan sampai temperatur 170°C .



2. *Karbonisasi*, yakni proses pemecahan bahan-bahan organik menjadi karbon dengan suhu yang digunakan diatas 170°C akan menghasilkan CO dan CO_2 , sedangkan pada suhu 275°C , dekomposisi menghasilkan “tar”, tapi methanol dengan hasil samping lainnya, akan tetapi pembentukan karbon terjadi pada temperatur $400\text{-}600^{\circ}\text{C}$.
3. *Aktivasi*, terjadi melalui dekomposisi tar dan perluasan pori-pori dapat dilakukan dengan uap atau CO_2 sebagai aktivator.

II.1.9.1 Dehidrasi

Proses ini dilakukan dengan memanaskan bahan baku sampai suhu 105°C selama 24 jam dengan tujuan untuk menguapkan seluruh kadar air pada bahan baku. Proses dehidrasi dapat dilakukan ketika masih berbentuk bahan baku atau setelah menjadi karbon aktif serbuk atau granular. Selama kadar air pada bahan baku tidak melebihi SII, berarti masih layak dipergunakan untuk karbon aktif (*Hambali, 2007*).

II.1.9.2 Karbonisasi

Menurut Jankowska (1991), karbonisasi atau pengarangan adalah suatu proses pirolisis atau pembakaran tak sempurna dengan udara terbatas dari bahan yang mengandung karbon pada proses ini pembentukan struktur pori dimulai. Tujuan utama dalam proses ini adalah untuk menghasilkan butiran yang mempunyai daya serap dan struktur yang rapi, dasar karbonisasi adalah pemanasan, dimana bahan dasar dipanaskan dengan temperatur yang bervariasi sampai temperature 1300°C . Bahan organik di dekomposisi dengan menyisakan karbon dan komponen *volatile* yang lain diuapkan.

Sifat-sifat dari karbonisasi ini ditentukan oleh kondisi dari bahan dasarnya. Beberapa parameter yang biasa digunakan untuk menentukan kondisi karbonisasi yang sesuai yaitu temperatur akhir yang di capai, waktu karbonisasi, laju



peningkatan temperatur, medium dari proses karbonisasi. Temperatur akhir proses mempunyai pengaruh yang lebih besar terhadap struktur dari butiran. Pada temperatur tinggi akan terjadi berbagai macam reaksi dari bahan mentah, sesuai dengan sifat dari struktur kimianya. Reaktifitas dari hasil karbonisasi yang didapatkan setelah pirolisis pada temperature 300⁰C lebih rendah dari temperatur 600⁰C dikarenakan penurunan jumlah karbonnya.

Jika temperatur dinaikan dengan cepat pembentukan sebagian besar zat volatile terjadi dalam waktu singkat dan hasilnya biasanya terbentukpori yang berukuran lebih besar. Reaktivitas hasil karbonisasinya lebih besar daripada hasil yang dipanaskan dengan laju lambat. Bahan yang mengandung zat arang merupakan dasar untuk pembuatan karbon aktif oleh metode *steam-gas* harus memenuhi syarat pasti diantaranya yang terpenting adalah kandungan *volatile matter* yang rendah, kandungan karbon yang tinggi, kemampuan daya serap dan pengurangan kekuatan bahan yang cukup.

Proses karbonisasi akan menghasilkan 3 komponen pokok yaitu karbon atau arang, tar, dan gas (CO, CO₂, CH₄, H₂, dll). Temperatur diatas 170⁰C akan menghasilkan CO, CO₂ dan asam asetat. Pada temperatur 275⁰C, dekomposisi menghasilkan tar, methanol, dan hasil samping lainnya.

II.1.9.3 Aktivasi

Aktivasi adalah suatu perlakuan terhadap arang yang bertujuan untuk memperbesar pori yaitu dengan cara memecahkan ikatan hidrokarbon atau mengoksidasi molekul-molekul permukaan sehingga arang mengalami perubahan sifat, baik fisika maupun kimia, yaitu luas permukaannya bertambah besar dan berpengaruh terhadap daya adsorpsi (*Sembiring, 2003*).

Pada proses produksi karbon aktif, proses aktivasi merupakan proses terpenting karena proses ini sangat menentukan sekali terhadap kualitas karbon aktif yang dihasilkan baikluas permukaan maupun daya adsorbsinya.



Produk dari karbonisasi tidak dapat diaplikasikan sebagai adsorben, dikarenakan struktur porusnya tidak berkembang tanpa adanya tambahan aktivasi. Proses aktivasi menghasilkan karbon dioksida yang tersebar dalam permukaan karbon karenanya adanya reaksi antar karbon dengan zat pengoksidasi. Faktor-faktor yang berpengaruh terhadap proses aktivasi adalah waktu aktivasi, suhu aktivasi, ukuran partikel, rasio aktivator, dan jenis aktivator yang dalam hal ini akan mempengaruhi daya serap arang aktif. Aktivasi karbon aktif dapat dilakukan melalui 2 cara, yakni aktivasi secara kimia dan aktivasi secara fisika (Kinoshita, 1998).

II.1.9.3.1 Aktivasi Secara Fisika

Aktivasi fisika merupakan proses pemutusan rantai karbon dari senyawa organik dengan bantuan panas, uap, dan CO_2 . Metode aktivasi secara fisika antara lain dengan menggunakan uap air, gas karbon dioksida, nitrogen dan oksigen. Gas-gas tersebut berfungsi untuk mengembangkan rongga yang ada pada arang sehingga memperluas permukaannya, menghilangkan konstituen yang mudah menguap dan membuang produksi tar atau hidrokarbon-hidrokarbon pengotor pada arang (Sembiring, 2003).

Untuk aktivasi fisika, arang yang terbuat dari material biomassa dipanaskan di dalam *furnace* pada temperatur 400°C - 800°C dengan kondisi *inert* melalui penginjeksian nitrogen dalam reactor aktivasi. Penggunaan gas nitrogen selama proses aktivasi karena nitrogen merupakan gas yang *inert* sehingga pembakaran karbon menjadi abu dan oksidasi pemanasan dapat dikurangi, selain itu dengan aktivasi gas akan mengembangkan struktur rongga yang ada pada arang sehingga memperluas permukaannya (Gratisito, 2008).

Aktivasi fisika dapat mengubah bahan yang telah dikarbonasi dalam sebuah produk yang memiliki luas permukaan yang luar biasa dan struktur pori. Tujuan dari proses ini adalah



mempertinggi volume, memperluas diameter pori yang terbentuk selama karbonisasi dan dapat menimbulkan beberapa pori yang baru. Aktivasi fisika biasa digunakan untuk memproduksi karbon aktif yang akan digunakan untuk *water treatment* dan prosesnya adalah endotermis. Proses endotermis ini melibatkan kontak antara *activating agent* berfasa gas, biasanya *steam*, walaupun CO₂ dan air juga terkadang digunakan, dengan arang pada temperatur 850-1000⁰C. pada proses ini sering kali terjadi reduksi dari ukuran adsorben yang disebabkan karena kelebihan oksidasi eksternal selama gas pengoksidasi berdifusi ke dalam karbon yang tidak teraktifasi (*Goodman et al, 2004*).

II.1.9.3.2 Aktivasi secara Kimia

Aktivasi kimia merupakan proses pemutusan rantai karbon dari senyawa organik dengan pemakaian bahan-bahan kimia. Beberapa keuntungan aktivasi kimia dibandingkan aktivasi fisika adalah bahwa proses aktivasi kimia memungkinkan untuk dihasilkan luas permukaan karbon aktif yang sangat tinggi. Bahan yang mengandung karbon dengan aktivasi kimia dapat meredakan kandungan oksigen hydrogen, sehingga aktivasi ini pada bahan organik lebih sulit sebagai pembanding dengan bahan non-karbon. Di industri, asam fosfat, seng klorida dan potassium sulfide terutama digunakan sebagai reagen pengaktivasi (*Smisek, 1970*).

Adsorpsi dengan karbon aktif melibatkan proses aktivasi, yang merupakan suatu perlakuan terhadap arang yang bertujuan untuk memperbesar pori yaitu dengan cara mengoksidasi molekul-molekul permukaan sehingga arang mengalami perubahan sifat, baik secara fisika menggunakan uap, oksigen dan CO₂ maupun secara kimia menggunakan zat aktivator pada konsentrasi dan temperatur dari bahan kimia tertentu misalnya zat aktivator asam klorida (HCl), yang merupakan senyawa asam kuat yang stabil dan mudah larut atau dapat berdisosiasi penuh dalam air sehingga sering digunakan dalam analisis kimia untuk mendestruksi sampel analisis.



Berdasarkan penelitian sebelumnya, aktivasi dengan HCl lebih dapat melarutkan pengotor sehingga pori-pori lebih banyak terbentuk dan proses penjerapan adsorbat menjadi lebih maksimal, dibandingkan aktivasi dengan H_2SO_4 yang lebih sedikit jumlah pori-porinya. Hal ini dikarenakan dinding struktur dari karbon aktif tersebut dapat dirusak oleh H_2SO_4 yang bersifat destruktif (Miftah, 2008).

Menurut Nufida, *et.al* (2014), HCl merupakan asam kuat sehingga akan menghasilkan bilangan ekivalen yang tinggi konsentrasi asam yang digunakan pada aktivasi berpengaruh terhadap karakteristik adsorben yang dihasilkan. Dalam pembuatan karbon aktif dari bahan yang mengandung selulosa lebih baik menggunakan aktivator yang bersifat asam seperti HCl karbon aktif yang di aktivasi secara kimia diharapkan dapat mempunyai sifat polar sehingga dapat menyerap asam. Dapat dikatakan bahwa kemampuan menyerap dari suatu karbon aktif selain tergantung pada kadar abu yang dapat mempengaruhi luas permukaan karbon aktif, zat aktivator serta jenis zat yang di serap juga sangat berpengaruh.

Menurut Hsu dan Teng (2000) dalam pembuatan karbon aktif dengan aktivasi kimia, aktivator yang lebih baik digunakan untuk material *lignoselulosic*, seperti sekam padi, ialah aktivator yang bersifat asam dibandingkan dengan aktivator yang bersifat basa. Hal ini dikarenakan material *lignoselulosic* memiliki kandungan oksigen yang tinggi dan aktivator yang bersifat asam tersebut bereaksi dengan gugus fungsi yang mengandung oksigen.

Kerugian penggunaan bahan-bahan mineral sebagai pengaktif terletak pada proses pencucian bahan-bahan mineral tersebut kadang-kadang sulit dihilangkan lagi dengan pencucian. Sedangkan keuntungan penggunaan bahan-bahan mineral sebagai pengaktif adalah waktu aktivasi yang lebih pendek, karbon aktif yang dihasilkan lebih banyak dan daya adsorpsi terhadap suatu adsorbat akan lebih baik. Karbon aktif dengan seng klorida dinyatakan baik untuk proses *decolorizing* tetapi untuk



mengadsorbsi *methylene blue* dan *iodine number* akan rendah (Jankowska, 1991).

II.1.9.3.3 Aktivasi secara Kimia Fisika

Aktivasi kimia fisika merupakan suatu metode untuk mengaktivasi zeolit dengan cara menggabungkan kedua cara aktivasi tersebut. Pertama-tama dilakukan aktivasi kimia yaitu dengan cara penambahan pereaksi tertentu dapat berupa asam ataupun basa. Selanjutnya proses aktivasi dilanjutkan dengan pemanasan pada temperatur tertentu dengan tujuan menguapkan air kristal yang terperangkap di dalam pori-pori zeolit sehingga luas permukaan internal pori meningkat (Is Fatimah, 2000).

II.1.10 Penelitian terdahulu

Ada beberapa penelitian yang pernah dilakukan tentang adsorbsi logam Cr dengan menggunakan berbagai arang aktif dari sekam padi diantaranya yaitu :

1. Nurhasni (2014) mengadakan penelitian tentang penyerapan ion logam Cd dan Cr dalam air limbah menggunakan sekam padi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kondisi optimum penyerapan yaitu pH 5 untuk Cd, dan pH 6 untuk Cr, konsentrasi ion logam 20 mg/L, dan lama pemanasan 2,5 jam. Efisiensi penyerapan pada air limbah multikomponen untuk Cd adalah 70,42 %, sedangkan untuk Cr adalah 71,55 %.
2. Danarto (2007) meneliti tentang pengaruh aktivasi karbon dari sekam padi pada proses adsorpsi logam Cr (VI) yang menyatakan bahwa aktivasi karbon dari sekam padi menggunakan larutan ZnCl_2 akan meningkatkan kemampuan penyerapan larutan Cr (VI). Kemampuan penyerapan maksimal karbon aktif terhadap Cr (VI) berdasarkan perlakuan metode I lebih baik daripada perlakuan metode II. Kemampuan penyerapan maksimal karbon aktif berdasarkan perlakuan metode I mencapai 95,6% dan untuk perlakuan metode II mencapai 87,7%.



3. Nanda, *et al* (2009) melakukan penelitian menggunakan serbuk sekam padi sebagai adsorben logam Cr (VI). Hasil penelitian menunjukkan bahwa logam Cr (IV) dapat terserap maksimal pada saat tercapai kesetimbangan sebesar 93.4%.

Ada beberapa penelitian yang membuat arang aktif dengan metode kimia fisika dengan bahan baku yang berbeda diantaranya :

1. Mizwar (2014) meneliti tentang aktivasi kimia fisika limbah serutan rotan menjadi karbon aktif. Kondisi optimum aktivasi kimia terjadi pada konsentrasi NaCl 10% dan lama perendaman 10 jam. Aktivasi kimia fisika terbukti menghasilkan karbon aktif sesuai SNI, luas permukaan besar dan ekonomis.
2. Meisrilestari (2013) meneliti tentang pembuatan arang aktif dari cangkang kelapa sawit dengan aktivasi secara fisika, kimia dan fisika kimia. Hasil terbaik yaitu dengan metode aktivasi fisika kimia yang mampu menyerap 34.4 % bagian dari larutan asam asetat dengan waktu penyerapan 4 jam.

Ada pula beberapa penelitian yang menggunakan arang sekam padi sebagai adsorben untuk menyerap beberapa logam yang berbeda, diantaranya :

1. Sri & Betty *et al* (2008) meneliti bahwa arang sekam padi juga mampu menurunkan angka peroksida pada minyak kelapa tradisional. Pada penelitian tersebut dapat diketahui bahwa angka peroksida minyak kelapa tradisional turun hingga 84,4% dengan activator KOH sebesar 15%
2. Pohan, *et al* meneliti bahwa arang sekam padi yang telah diaktivasi dengan 5, 10, 15% NaOH menghasilkan kemampuan adsorpsi 514,36 mg/gr pada pemberian activator NaOH 15% dan temperatur aktivasi 80°C

Dalam percobaan ini, akan dipelajari daya adsorpsi arang sekam padi terhadap ion logam khrom (Cr) melalui studi laboratorium. Bahan baku yang digunakan pada percobaan kali



ini adalah arang sekam padi. Proses aktivasi dilakukan dengan cara perendaman bahan baku menggunakan activator HCl yang bertujuan untuk memperbesar luar permukaan arang dengan membuka pori-pori yang tertutup tar, hidrokarbon dan zat-zat organik lainnya sehingga mampu memperbesar kapasitas adsorpsi.

Berkaitan dengan hal tersebut di atas, perlu kiranya untuk menggunakan arang sekam padi sebagai adsorpsi logam khrom. Hal ini penting dilakukan untuk memanfaatkan arang sekam padi dan dapat digunakan sebagai usaha menanggulangi pencemaran limbah cair yang mengandung logam-logam berat dan sangat membahayakan makhluk hidup.



Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB III

METODOLOGI PEMBUATAN PRODUK

III.1 Tahap Pelaksanaan

1. Tahap Persiapan
2. Tahap Pembuatan Karbon Aktif Sekam Padi
3. Tahap Analisa

III.2 Bahan yang Digunakan

1. Sekam bakar
2. *Aquadest*
3. HCl
4. Kanji 1%
5. KI 20%
6. Larutan Iod
7. Limbah Cair Industri Unit Pengolahan Industri Kecil Pelapisan Ni dan Cr UKM “Usaha Croom AB” Bangil Pasuran
8. $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0.1 N

III.3 Peralatan yang digunakan

1. *Beaker Glass*
2. Buret
3. Cawan Porselen
4. Corong
5. *Erlenmeyer*
6. *Furnace*
7. Gelas Ukur
8. Kertas Saring
9. Labu Ukur
10. *Oven*
11. Pipet Tetes
12. Spatula
13. Statif
14. Timbangan Elektrik

**III.4 Variabel yang Dipilih**

1. Konsentrasi aktivator HCl : 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, dan 30%
2. Metode aktivasi : metode fisika, kimia, dan kimia-fisika

III.5 Prosedur Pembuatan**III.5.1 Tahap Persiapan****III.5.1.1 Tahap Persiapan Bahan Baku**

1. Menyiapkan sekam bakar yang akan diproses
2. Menyiapkan peralatan yang akan digunakan

III.5.1.2 Tahap Pembuatan Larutan**III.5.1.2.1 Membuat Larutan KI 20%**

1. Memasukkan 20 gram KI ke dalam labu ukur 100 ml
2. Menuangkan *aquadest* ke dalam labu ukur hingga batas garis
3. Mengocok larutan hingga homogen

III.5.1.2.2 Membuat $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0.1 N

1. Memasukkan 12.40 gram $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ke dalam labu ukur 500 ml
2. Menuangkan *aquadest* ke dalam labu ukur hingga batas garis
3. Mengocok larutan hingga homogen

III.5.1.2.3 Membuat Larutan Kanji 1%

1. Memasukkan 1 gram kanji ke dalam labu ukur 100 ml
2. Menuangkan *aquadest* ke dalam labu ukur hingga batas garis
3. Memanaskan selama beberapa menit sambil diaduk
4. Mendinginkan lalu menyaring dengan kertas saring

III.5.1.2.4 Membuat Larutan Iod

1. Melarutkan KI ke dalam 20 ml *aquadest*
2. Menambahkan I_2 dan mengocok sampai seluruh I_2 melarut
3. Menambahkan *aquadest* hingga batas garis



III.5.2 Tahap Proses Pembuatan Produk

III.5.2.1 Tahap Proses Pembuatan Produk Sekam bakar

1. Menimbang sekam bakar sebanyak 1000 gram
2. Memasukkan sekam bakar ke dalam oven dengan suhu 80°C
3. Menghaluskan sekam bakar dengan mortal dan mengayak dengan menggunakan ayakan 100 *mesh*

III.5.2.2 Tahap Aktivasi Produk

1. Untuk metode fisika hanya dengan pemanasan 400°C
2. Untuk metode kimia, pada **Tahap III.5.2.1** diaktivasi dengan HCl dan dipanaskan lagi pada suhu 105°C
3. Untuk metode kimia-fisika, sekam bakar yang telah diaktivasi fisika, diaktivasi dengan HCl dan dipanaskan lagi pada suhu 150°C

III.5.3 Prosedur Analisa Adsorben

III.5.3.1 Analisa Daya Serap Terhadap I_2

III.5.3.1.1 Titrasi Blanko

1. Masukkan *aquadest* 10 ml dalam *erlenmeyer* 250 ml
2. Menambahkan 25 ml larutan iod lalu goyangkan hingga homogen
3. Menyimpan larutan di tempat gelap selama 2 jam pada suhu 25°C (suhu ruangan)
4. Menambahkan 10 ml larutan kalium iodida 20% kemudian mengencerkan dengan 150 ml *aquadest*
5. Menitrasi larutan dengan larutan standar $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0.1 N sambil dikocok hingga warna kuning menghilang
6. Menambahkan 1-2 ml indikator kanji 1%
7. Melanjutkan titrasi hingga warna biru menghilang
8. Melakukan pekerjaan tiga kali

**III.5.3.1.2 Titrasi Produk**

1. Menimbang produk adsorben sebanyak 1 gram dimasukkan dalam *erlenmeyer*
2. Menambahkan 25 ml larutan iod lalu goyangkan hingga homogen
3. Menyimpan larutan di tempat gelap selama 2 jam pada suhu 25°C (suhu ruangan)
4. Menambahkan 10 ml larutan kalium iodida 20% kemudian mengencerkan dengan 150 ml *aquadest*
5. Menitrasi larutan dengan larutan standar $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0.1 N sambil dikocok hingga warna kuning menghilang
6. Menambahkan 1-2 ml indikator kanji 1%
7. Melanjutkan titrasi hingga warna biru menghilang
8. Melakukan pekerjaan tiga kali
9. Setelah titrasi blanko dan produk selesai lakukan perhitungan bilangan Iod dengan rumus :

$$\text{Bilangan Iod} = \frac{A - \frac{B \times N (\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)}{N (\text{iodin})} \times 126,93}{a}$$

Keterangan :

- A = Volume larutan iodin (mL)
 B = Volume larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ yang terpakai (mL)
 a = Bobot karbon aktif (gram)
 N $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ = Konsentrasi $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (N)
 N iodin = Konsentrasi iodin (N)
 126.93 = Jumlah iodin sesuai 1 ml larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$

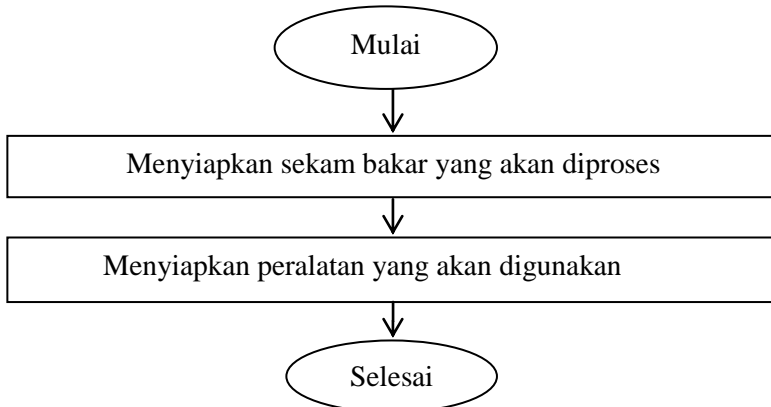
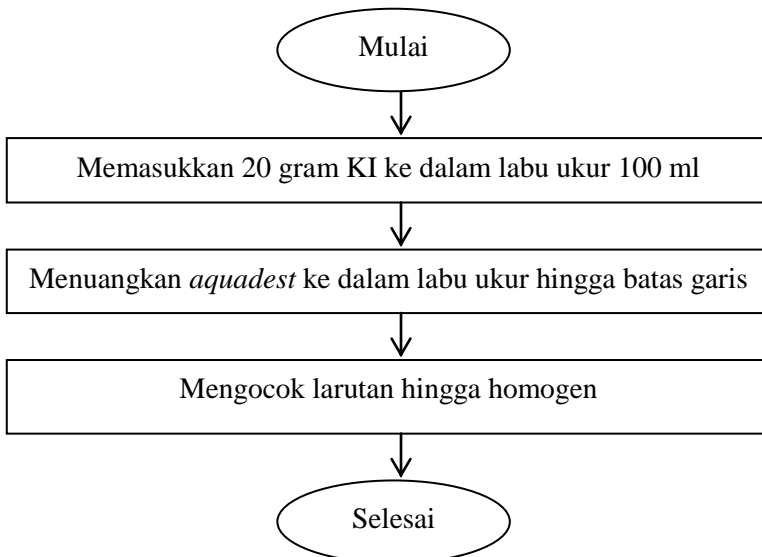


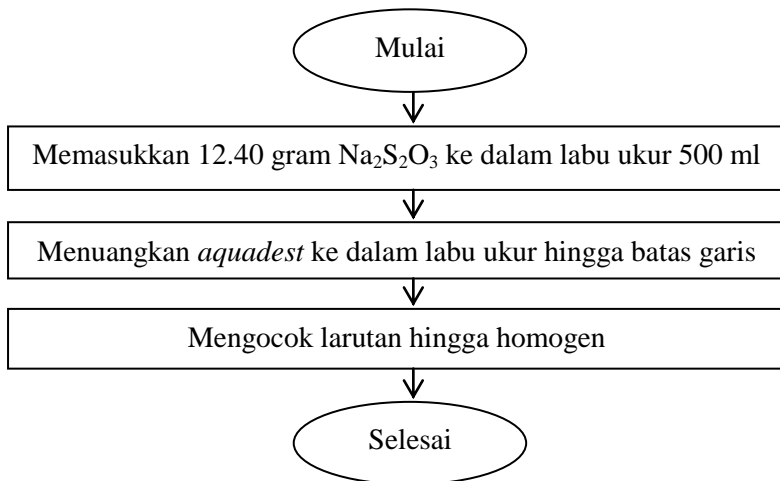
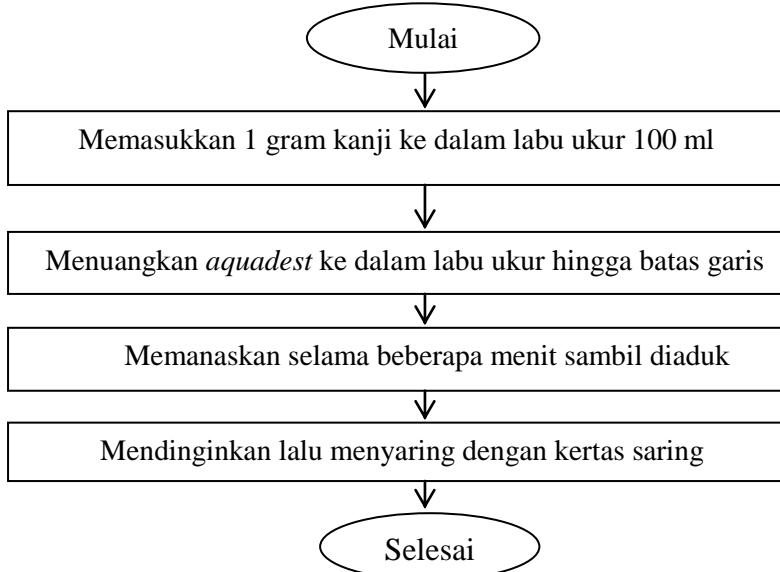
III.5.3.2 Analisa Daya Serap Produk Terhadap Limbah Cair Industri

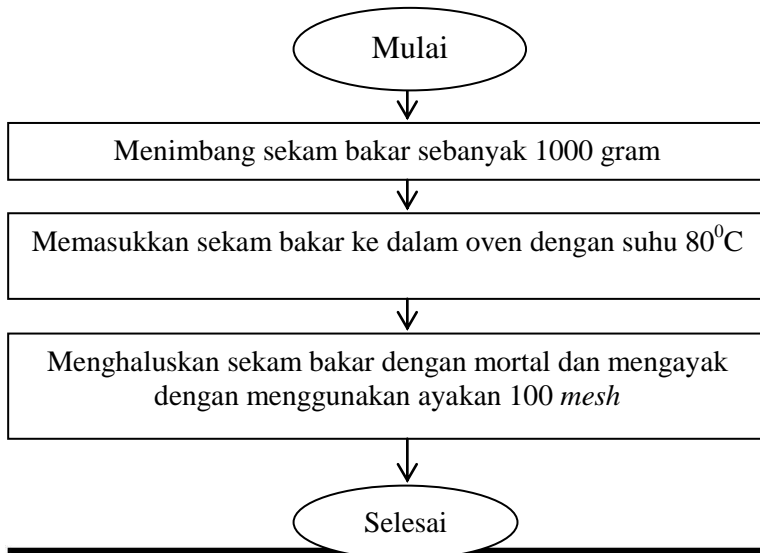
1. Mengambil 100 ml limbah Cr dan 3 gram adsorben dimasukkan ke dalam erlenmeyer lalu dipanaskan pada suhu 80-90°C
2. Mengaduk larutan tersebut selama 2-4 jam pada suhu yang sama yaitu 80-90°C sehingga khrom yang terkandung akan terserap dalam adsorbennya
3. Menyaring larutan dalam kondisi hangat hingga diperoleh filtrat yang jernih
4. Memasukkan ke spektrofotometri serapan atom (AAS) melalui pipa kapiler
5. Membaca nilai absorbansi khrom yang terlihat pada spektrofotometri serapan atom (AAS)

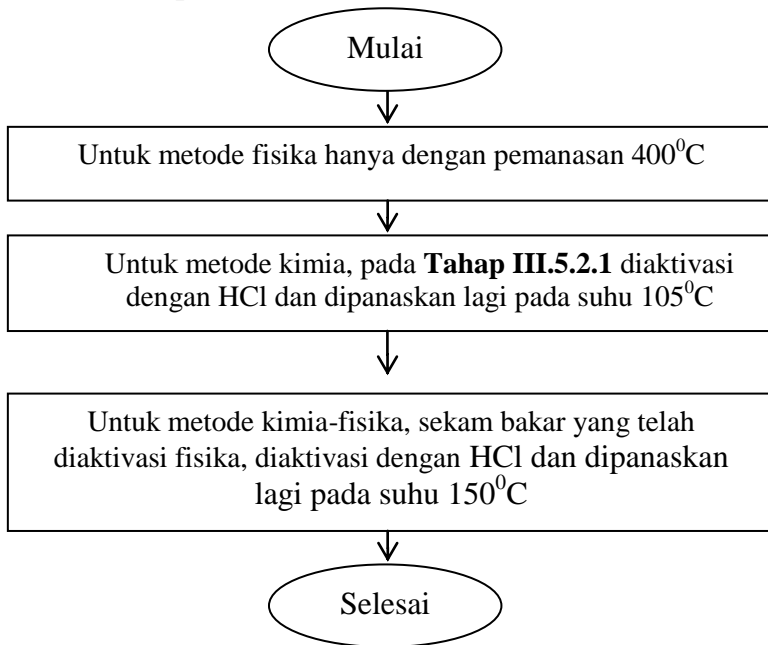
III.5.4 Tempat Pelaksanaan

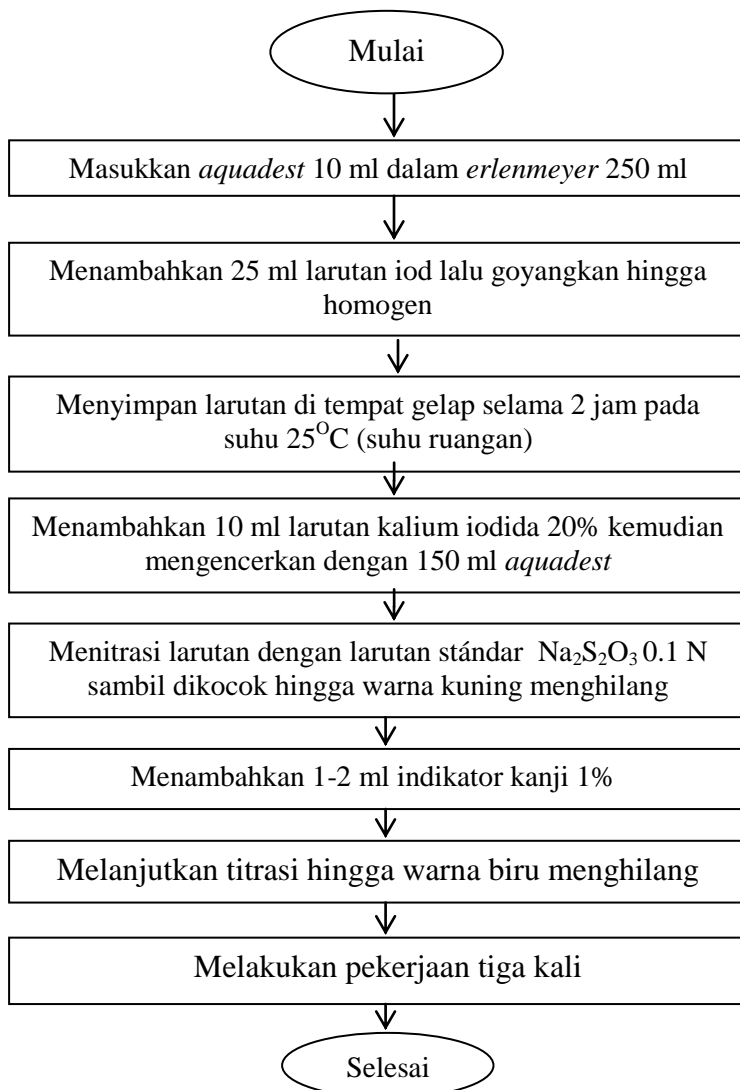
Penelitian tugas akhir dengan judul “Pemanfaatan Sekam bakar Sebagai Adsorben Guna Mengurangi Limbah Cr” kami laksanakan di Laboratorium Kimia Analit dan Kimia Organik D III Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.

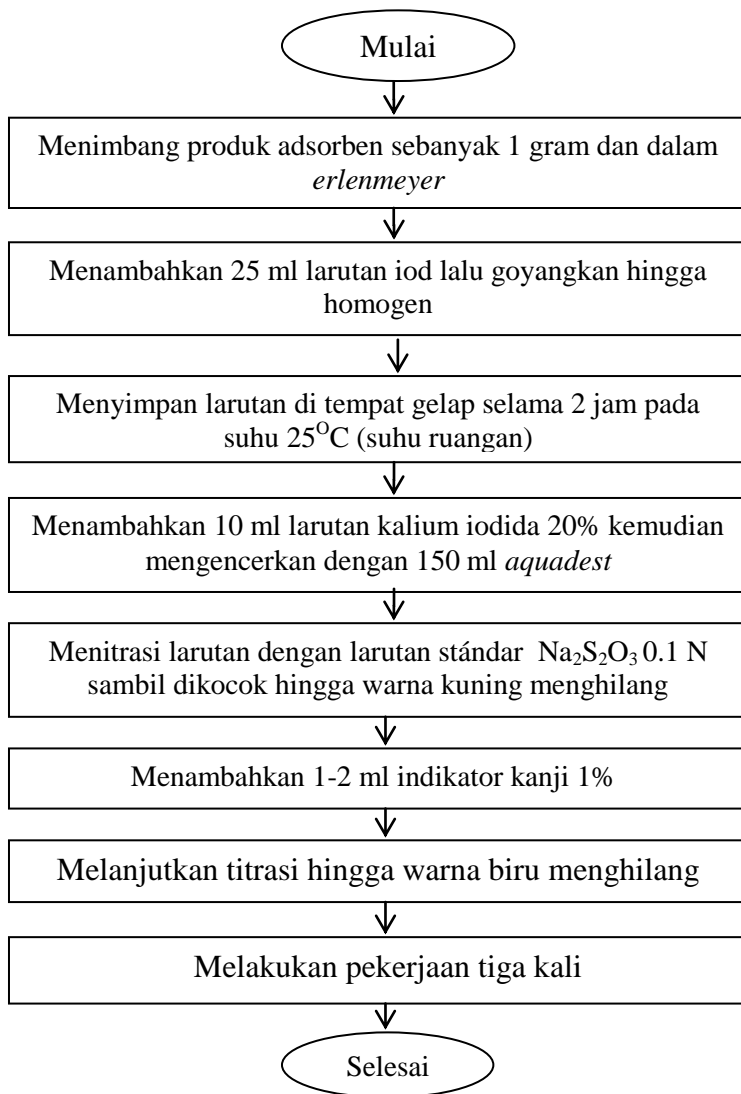
**III.6 Diagram Alir Pelaksanaan Inovasi****III.6.1 Tahap Persiapan****III.6.1.1 Tahap Persiapan Bahan Baku****III.6.1.2 Tahap Pembuatan Larutan****III.6.1.2.1 Membuat Larutan KI 20%**

**III.6.1.2.1 Membuat Larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0.1 N****III.6.1.2.3 Membuat Larutan Kanji 1%**

**III.6.1.2.4 Membuat Larutan Iod****III.6.2 Tahap Proses Pembuatan Produk****III.6.2.1 Tahap Proses Pembuatan Produk Sekam bakar**

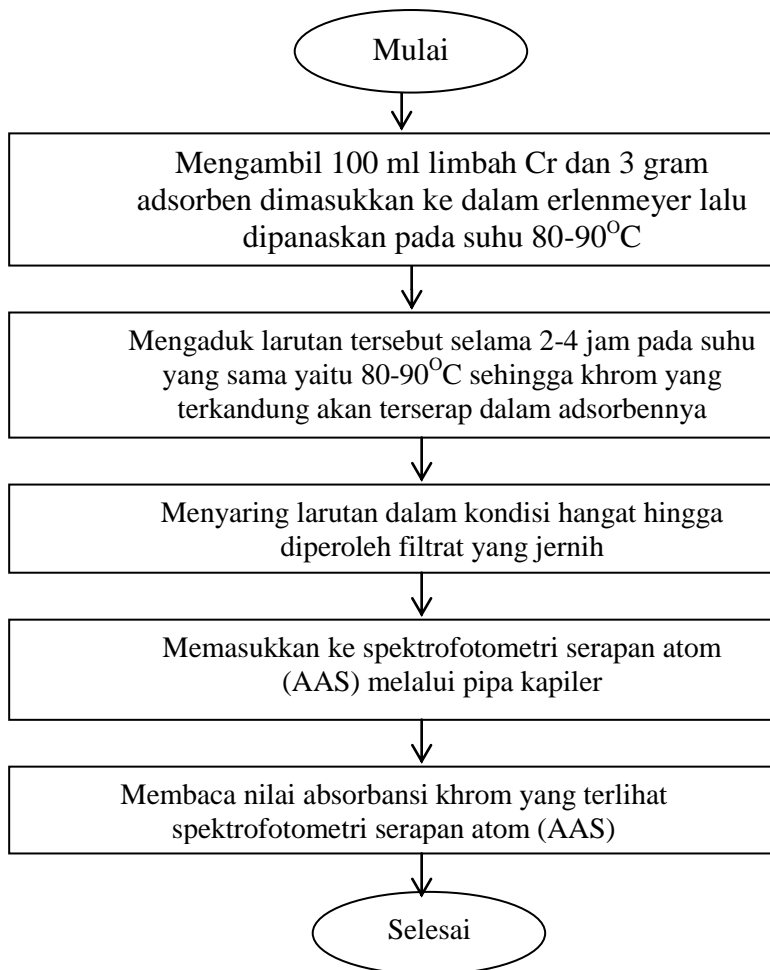
**III.6.2.2 Tahap Aktivasi Produk**

**III.6.3 Prosedur Analisa Adsorben****III.6.3.1 Analisa Daya Serap Terhadap I_2** **III.6.3.1.1 Titrasi Blanko**

**III.6.3.1.2 Titrasi Produk**

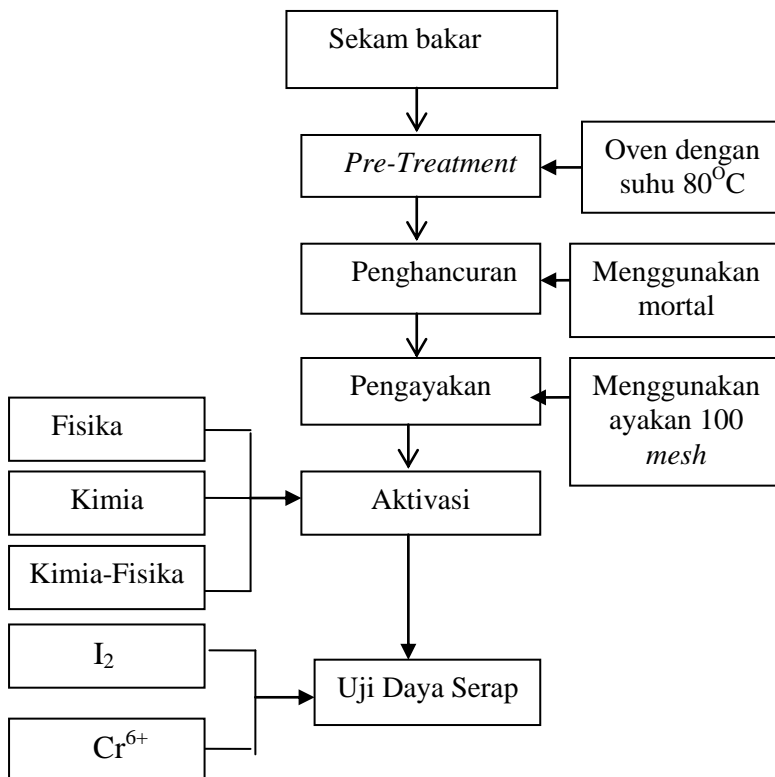


III.6.3.2 Analisa Daya Serap Produk Terhadap Limbah Cair Industri





III.7 Diagram Blok Proses Pembuatan Karbon Aktif Arang Sekam Padi



III.8 Gambar Proses Percobaan**• Tahap Persiapan Bahan Baku**

Menyiapkan sekam bakar



Mengoven sekam bakar



Menumbuk sekam bakar dengan mortal



Sekam bakar yang telah diayak



Mengayak sekam bakar dengan ayakan 100 mesh



- Tahap Aktivasi
- Aktivasi Fisika



Menimbang 15 gram sekam bakar



Memanaskan sekam bakar di *furnace* dengan suhu 400°C



Sekam bakar yang telah di *furnace*



Sekam bakar yang telah diayak



Mengayak sekam bakar dengan ayakan 100 *mesh*



sementak sekam bakar dengan mortal

• Aktivasi Kimia



Menyiapkan sekam bakar



Menyiapkan larutan aktivator HCl 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, dan 30%



Menimbang 15 gram sekam bakar



Mencuci sekam bakar yang telah diaktivasi menggunakan aquadest



Menyaring sekam bakar yang telah diaktivasi



Merendam sekam bakar dengan larutan aktivator HCl 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, dan 30% selama 24 jam



Mengoven sekam bakar yang telah diaktivasi dengan suhu 105°C



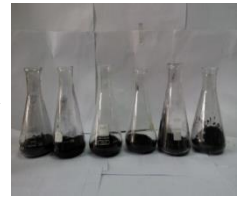
Arang aktif sekam padi

**• Aktivasi Kimia-Fisika**

Menyiapkan sekam bakar yang telah diaktivasi fisika



Menyiapkan larutan aktivator HCl 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, dan 30%



Menimbang 15 gram sekam bakar



Mencuci sekam bakar yang telah diaktivasi menggunakan *aquadest*



Menyaring sekam bakar yang telah diaktivasi



Merendam sekam bakar dengan larutan aktivator HCl 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, dan 30% selama 24 jam



Mengoven sekam bakar yang telah diaktivasi dengan suhu 150°C



Arang aktif sekam padi



Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

IV.1 Daya Serap terhadap Iodium (I_2)

Tabel IV.1 Hasil Daya Serap pada Sekam Bakar

Bahan Baku	Daya Serap terhadap I_2	Daya Serap terhadap limbah Cr^{+6}
Sekam Bakar	571,4	58,61

Tabel IV.2 Hasil Daya Serap terhadap Iodium (I_2) dengan berbagai Metode Aktivasi

Metode Aktivasi	Konsentrasi HCl	Daya Serap terhadap I_2	SNI 06-3730-1995
Metode Fisika	-	765.80	Min 750 mg/gram
Metode Kimia	5%	658.50	
	10%	751.85	
	15%	761.50	
	20%	768.60	
	25%	780.40	
	30%	792.70	
Metode Kimia-Fisika	5%	755.95	
	10%	782.50	
	15%	798.80	
	20%	821.90	
	25%	825.65	
	30%	826.25	

Pada proses pembuatan karbon aktif dari arang sekam padi meliputi tahap *pre-treatment*, pengarangan dan aktivasi yang dilakukan dengan 3 metode yaitu fisika, kimia, dan fisika-kimia. Aktivasi adalah suatu perlakuan terhadap arang yang bertujuan untuk memperbesar pori yaitu dengan cara memecahkan ikatan hidrokarbon atau mengoksidasi molekul-

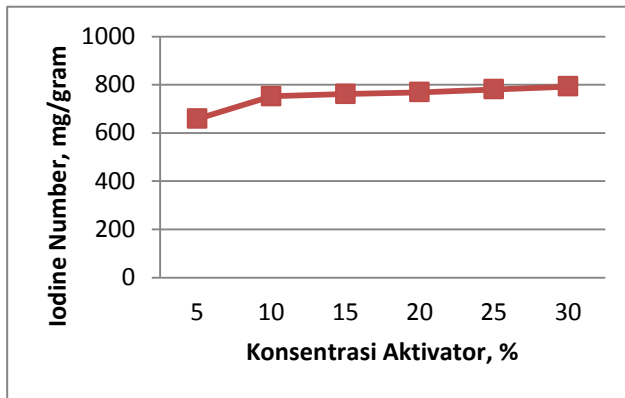


molekul permukaan sehingga arang mengalami perubahan sifat, baik fisika maupun kimia, yaitu luas permukaannya bertambah besar dan berpengaruh terhadap daya adsorpsi. Pada proses produksi karbon aktif, proses aktivasi merupakan proses terpenting karena proses ini sangat menentukan sekali terhadap kualitas karbon aktif yang dihasilkan baik luas permukaan maupun daya adsorbsinya (*Sembiring, 2003*).

Pada penelitian ini aktivasi kimia dan kimia-fisika menggunakan HCl karena menurut Nufida, *et.al* (2014), HCl merupakan asam kuat sehingga akan menghasilkan bilangan ekuivalen yang tinggi. Konsentrasi asam yang digunakan pada aktivasi berpengaruh terhadap karakteristik adsorben yang dihasilkan. Dalam pembuatan karbon aktif dari bahan yang mengandung selulosa lebih baik menggunakan aktivator yang bersifat asam seperti HCl. Karbon aktif yang di aktivasi secara kimia diharapkan dapat mempunyai sifat polar sehingga dapat menyerap asam.

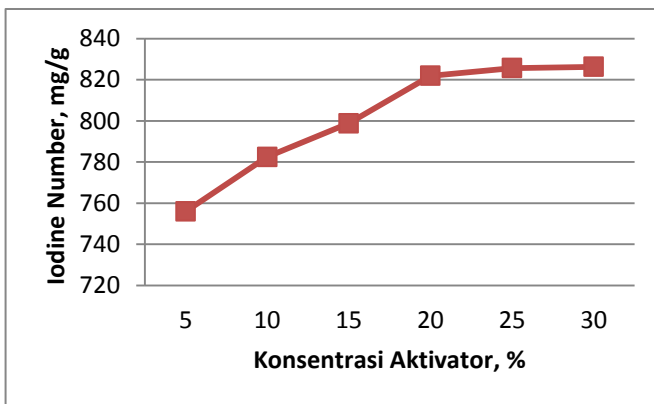
Parameter yang dapat menunjukkan kualitas karbon aktif adalah daya adsorpsi terhadap larutan iodium. Daya adsorpsi tersebut dapat ditunjukkan dengan besarnya angka iod yaitu angka yang menunjukkan seberapa besar adsorben yang dapat mengadsorpsi iod. Semakin besar nilai angka iod maka semakin besar pula daya adsorpsi dari adsorben. Tujuan uji daya serap iodium adalah guna mengetahui kemampuan karbon aktif untuk menyerap larutan berwarna (*Widyawati, 2009*).

Jika digambarkan secara grafik hasil aktivasi menggunakan metode fisika, kimia, dan kimia-fisika maka daya serap terhadap iodium adalah sebagai berikut :



Grafik IV.1 Pengaruh Konsentrasi Aktivator HCl terhadap Daya Serap I_2

Berdasarkan **Grafik IV.1** menunjukkan bahwa pada metode aktivasi kimia terdapat pengaruh antara konsentrasi aktivator dengan bilangan iodine. Pada metode aktivasi kimia, karbon aktif arang sekam padi yang diaktivasi dengan aktivator HCl dengan konsentrasi 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, dan 30% berturut-turut menghasilkan bilangan iodine sebesar 658.50; 751.85; 761.50; 768.60; 780.40; dan 792.70 mg/gram. Bilangan iodine tertinggi terdapat pada karbon aktif dengan perendaman HCl 30% yaitu sebesar 792.70 mg/gram, sedangkan bilangan iodine terendah terdapat pada karbon aktif dengan perendaman HCl 5% yaitu sebesar 658.50 mg/gram. Hal ini sesuai dengan literature yang menyebutkan bahwa semakin tinggi konsentrasi zat aktivator maka semakin meningkat juga nilai bilangan iod. Hal tersebut karena semakin tinggi konsentrasi aktivator maka larutan akan semakin pekat sehingga akan semakin mudah untuk mengikat pengotor dari proses karbonisasi. Akibatnya karbon aktif akan semakin bebas dari zat pengotor sehingga daya serapnya tinggi. Ini mengakibatkan daya adsorpsi dari karbon aktif akan semakin baik (Ahmad, 2006).



Grafik IV.2 Pengaruh Aktivator Konsentrasi HCl terhadap Daya Serap I_2

Berdasarkan **Grafik IV.2** menunjukkan bahwa pada metode aktivasi kimia-fisika terdapat pengaruh antara konsentrasi aktivator dengan bilangan iodine. Pada metode aktivasi kimia-fisika, karbon aktif arang sekam padi yang diaktivasi dengan aktivator HCl dengan konsentrasi 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, dan 30% berturut-turut menghasilkan bilangan iodine sebesar 755.95; 782.50; 798.80; 821.90; 825.65 dan 826.25 mg/gram. Bilangan iodine tertinggi terdapat pada karbon aktif dengan perendaman HCl 30% yaitu sebesar 826.25 mg/gram, sedangkan bilangan iodine terendah terdapat pada karbon aktif dengan perendaman HCl 5% yaitu sebesar 755.95 mg/gram. Hal ini sesuai dengan literature yang menyebutkan bahwa semakin tinggi konsentrasi zat aktivator maka semakin meningkat juga nilai bilangan iod. Hal tersebut karena semakin tinggi konsentrasi aktivator maka larutan akan semakin pekat sehingga akan semakin mudah untuk mengikat pengotor dari proses karbonisasi. Akibatnya karbon aktif akan semakin bebas dari zat pengotor sehingga daya serapnya tinggi. Ini mengakibatkan daya adsorpsi dari karbon aktif akan semakin baik (Ahmad, 2006).



Daya serap karbon aktif terhadap larutan iodine mengindikasikan kemampuan karbon aktif untuk mengadsorpsi komponen dengan berat molukel rendah. Karbon aktif yang mempunyai daya serap yang tinggi terhadap iodine berarti memiliki luas permukaan yang lebih besar dan memiliki struktur mikro dan mesoporous yang lebih besar (*Jankowska, 1991*).

Dari hasil pemeriksaan daya serap terhadap iodium dengan berbagai macam metode aktivasi yaitu fisika, kimia dan kimia-fisika didapatkan hasil bahwa pada metode fisika dengan daya serap terhadap I_2 sebesar 765.80 mg/gram sudah sesuai SNI 06-3730-1995 yaitu min 750 mg/gram. Untuk metode kimia pada konsentrasi aktivator HCl 5% dengan daya serap terhadap I_2 sebesar 658.50 mg/gram tidak sesuai SNI 06-3730-1995 yaitu min 750 mg/gram dikarenakan menurut Maelani (2015), rendahnya daya serap ini disebabkan dinding pori karbon mulai rusak sehingga luas permukaan pori berkurang dan diikuti dengan kurangnya daya serap terhadap iod. Selain itu rendahnya daya serap iod ini menggambarkan terbentuknya struktur mikropori yang sedikit dan tidak dalam. Sedangkan pada metode kimia fisika dengan konsentrasi aktivator HCl 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, dan 30% sudah sesuai SNI 06-3730-1995 yaitu min 750 mg/gram.

Dari hasil pemeriksaan daya serap terhadap iodium dengan berbagai macam metode aktivasi yaitu fisika, kimia dan kimia-fisika didapatkan hasil paling optimum pada metode aktivasi kimia-fisika dengan konsentrasi aktivator HCl sebesar 30% didapatkan daya serap terhadap I_2 sebesar 826,25 mg/gram. Hal ini dikarenakan melalui metode kombinasi aktivasi kimia dan fisika apabila pembuatan karbon aktif dilakukan dengan aktivasi fisika, maka akan berlangsung pada temperatur tinggi tetapi dapat mengatur pengembangan pori. Sementara itu, jika hanya dilakukan dengan aktivasi kimia, maka dapat berlangsung pada temperatur relatif rendah tetapi tidak dapat mengatur pembentukan pori. Oleh karena itu salah satu solusi mengatasi hal tersebut yaitu dengan melakukan proses pembuatan karbon



aktif melalui metode kombinasi untuk mencapai temperatur aktivasi yang relatif rendah di aktivasi kimia dan kemudian dikombinasikan dengan aktivasi fisika yang akan dapat mengatur pembentukan pori (*Jankowska, 1991*).

IV.2 Daya Serap terhadap Logam Khromium (Cr^{6+})

Dari hasil pemeriksaan laboratorium, kadar khromium (Cr^{6+}) pada Limbah Cair Industri Unit Pengolahan Industri Kecil Pelapisan Ni dan Cr UKM “Usaha Croom AB” Bangil Pasuruan adalah sebesar 98.60 mg/L. Setelah pemeriksaan awal dilakukan, maka dilanjutkan pada pemeriksaan air limbah yang telah mendapatkan perlakuan yaitu ditambahkan arang aktif sekam padi dari metode aktivasi kimia-fisika dengan konsentrasi aktivator HCl sebesar 5%, 10%, 15%, 20%, 25% dan 30%. Adapun hasil pemeriksaan kadar khromium (Cr^{6+}) pada air limbah setelah pemberian arang aktif sekam padi adalah sebagai berikut :

Tabel IV.3 Hasil Penyerapan Ion Logam Cr pada Limbah Cair Industri Setelah Penambahan Arang Aktif Sekam Padi Metode Kimia-Fisika

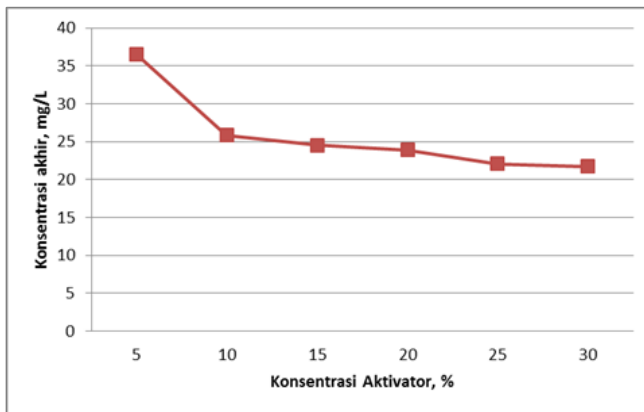
Konsentrasi Aktivator HCl	Konsentrasi Awal Sampel (mg/L)	Konsentrasi Akhir Sampel (mg/L)	Konsentrasi Tereduksi (mg/L)
5%	98.60	36.47	62.13
10%		25.82	72.78
15%		24.55	74.05
20%		23.88	74.72
25%		22.04	76.56
30%		21.70	76.99

Berdasarkan **Tabel IV.2** menunjukkan bahwa konsentrasi karbon aktif arang sekam padi memberikan penurunan paling tinggi yaitu pada konsentrasi 30% sebesar 21.70 mg/L dengan konsentasi kromium yang tereduksi sebesar 76.9 mg/L. Ditemukannya kandungan chromium (Cr^{6+}) dalam air



limbah elektroplating disebabkan dari proses pembilasan dan larutan pembilas yang banyak mengandung ion logam beracun. Apabila limbah industri pelapisan logam yang mengandung khrom dibuang langsung ke dalam lingkungan tanpa melalui pengolahan lebih dahulu, berakibat menambah jumlah ion logam pada air lingkungan. Air lingkungan yang berlebihan jumlah ion logam pada umumnya tidak dapat dikonsumsi sebagai air minum. Kandungan khrom dalam air dapat menimbulkan efek kesehatan bagi manusia. Daya racun yang dimiliki oleh logam Cr ditentukan oleh valensi ionnya. Sifat racun yang dibawa oleh logam ini juga dapat mengakibatkan terjadinya keracunan akut dan keracunan kronis. Agar dapat memenuhi baku mutu yang ditetapkan maka harus dilakukan pengolahan terhadap limbah ini sebelum dibuang ke badan air (*Jannatin, dkk 2011*).

Jika digambarkan dalam grafik, maka penurunan kadar khromium pada limbah cair industri setelah penambahan arang aktif sekam padi adalah sebagai berikut :



Grafik IV.3 Hubungan Antara Konsentrasi Aktivator HCl dengan Daya Serap Terhadap Limbah Cr^{6+}

Berdasarkan **Grafik IV.3** menunjukkan bahwa terdapat pengaruh antara konsentrasi aktivator dengan daya serap terhadap limbah Cr^{6+} . Karbon aktif arang sekam padi yang diaktivasi



dengan aktivator HCl dengan konsentrasi 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, dan 30% berturut-turut menghasilkan daya serap terhadap limbah Cr^{6+} sebesar 36.47; 25.82; 24.55; 23.88; 22.04; 21.70 mg/L dengan konsentrasi tereduksi sebesar 62.13; 72.78; 74.05; 74.72; 76.56 dan 76.99 mg/L. Hal ini sesuai dengan literature yang menyebutkan bahwa daya serap karbon aktif arang sekam padi yang dihasilkan pada berbagai variasi konsentrasi menunjukan peningkatan. Jumlah peningkatan Cr yang teradsorpsi berbanding lurus dengan konsentrasi dimana konsentrasi aktivator HCl yang tinggi akan menyebabkan makin banyak Cr yang berinteraksi dengan pori maupun permukaan dari karbon aktif sehingga jumlah Cr yang teradsorpsi semakin banyak. Selain itu, hal ini juga ditentukan oleh kapasitas adsorpsi dari masing-masing karbon aktif. Jumlah logam Cr yang diadsorpsi sebagai fungsi konsentrasi ditentukan untuk menghitung kapasitas adsorpsi. Menurut teori adsorpsi Langmuir, pada permukaan adsorben terdapat sejumlah tertentu situs-situs aktif yang sebanding dengan luas permukaan. Selama situs-situs aktif adsorben belum jenuh oleh adsorbat, maka penambahan konsentrasi adsorbat yang diinteraksikan akan meningkatkan secara linier jumlah adsorbat yang teradsorpsi. Apabila situs aktif adsorben telah jenuh, maka penambahan konsentrasi selanjutnya tidak akan meningkatkan jumlah adsorbat yang teradsorpsi (Oscik, 1982).

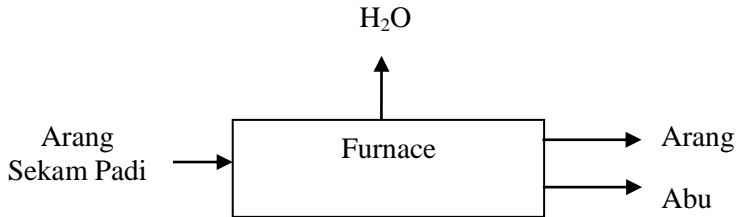
Fungsi proses aktivasi, baik fisika maupun kimia, adalah untuk memecahkan ikatan hidrokarbon pada arang sehingga pori arang akan bertambah luas. Terjadinya perubahan massa tersebut disebabkan pada proses aktivasi terjadi proses pembentukan dan penyusunan arang, sehingga pori-pori akan menjadi besar yang mengakibatkan berat arang menjadi berkurang karena pori-porinya sudah tidak rapat seperti sebelum proses aktivasi. Tekstur karbon yang semula padat dan keras menjadi lebih rapuh dan mengkilap. Pori-pori yang semakin banyak akan memudahkan terjadinya proses penyerapan sejumlah besar zat pengotor yang ingin dihilangkan (Yessy, 2013).

BAB V

NERACA MASSA DAN NERACA PANAS

V.1 Neraca Massa

V.1.1 Neraca Massa Furnace

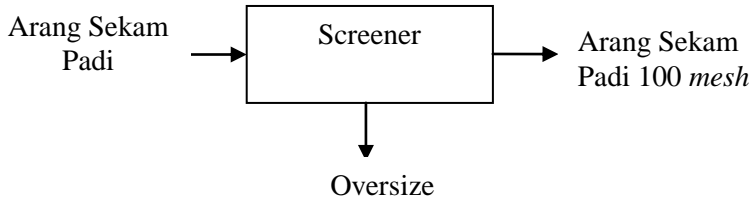


Tabel V.1 Neraca Massa Furnace

Masuk		Keluar	
Komponen	Massa (gram)	Komponen	Massa (gram)
Karbon	41020	Arang	99000
Silikon Dioksida	31860	Abu	1000
Kalsium Oksida	16500		
Material tak terbakar	10080		
Total	100000	Total	100000



V.1.2 Neraca Massa Proses Pengayakan

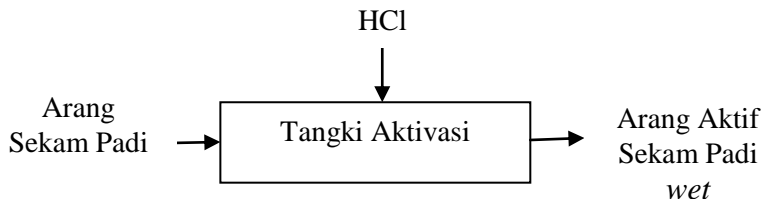


Tabel V.2 Neraca Massa Proses Pengayakan

Masuk		Keluar	
Komponen	Massa (gram)	Komponen	Massa (gram)
Karbon	40609.8	Karbon 100 mesh	89100
Silikon Dioksida	31541.4	<i>Oversize</i>	9900
Kalsium Oksida	16335		
Material tak terbakar	9979.2		
Total	99000	Total	99000



V.1.3 Neraca Massa Proses Aktivasi

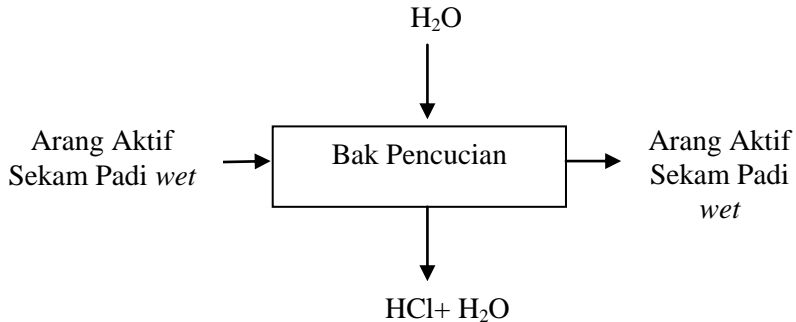


Tabel V.3 Neraca Massa Proses Aktivasi

Masuk		Keluar	
Komponen	Massa (gram)	Komponen	Massa (gram)
Karbon	36548.82	Karbon	36618.55
Silikon Dioksida	2838.26	Silikon Dioksida	28441.42
Kalsium Oksida	14071.5	Kalsium Oksida	14279.55
Material tak terbakar	8981.28	Material tak terbakar	8998.41
HCl	89210	HCl	89040
Total	178310	Total	178310



V.1.4 Neraca Massa Proses Pencucian

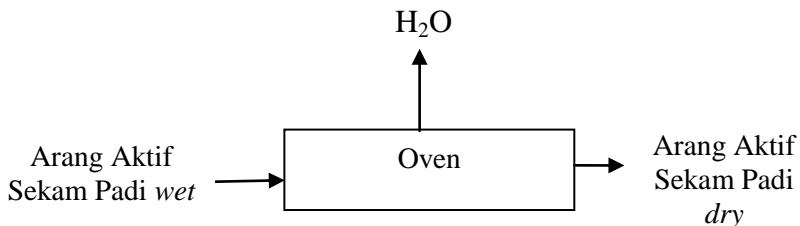


Tabel V.4 Neraca Massa Proses Pencucian

Masuk		Keluar	
Komponen	Massa (gram)	Komponen	Massa (gram)
Karbon	36618.55	Karbon	40285.33
Silikon Dioksida	28441.42	Silikon Dioksida	31289.39
Kalsium Oksida	14729.55	Kalsium Oksida	16204.49
Material tak terbakar	8998.41	Material tak terbakar	9899.47
H ₂ O	99890	HCl + H ₂ O	89901
Total	188610	Total	188610



V.1.5 Neraca Massa Proses Pengeringan



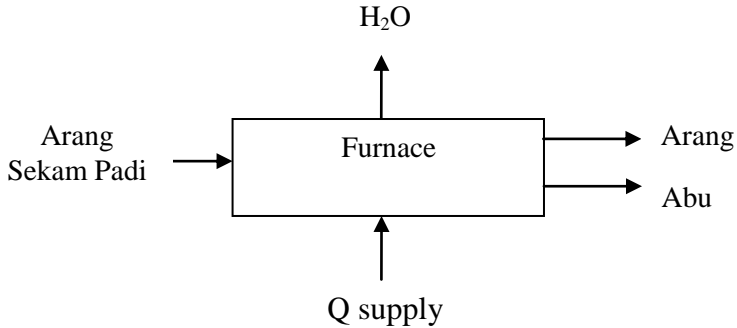
Tabel V.5 Neraca Massa Proses Pengeringan

Masuk		Keluar	
Komponen	Massa (gram)	Komponen	Massa (gram)
Karbon	40285.33	Karbon	39278.29
Silikon Dioksida	31289.39	Silikon Dioksida	30507.22
Kalsium Oksida	16204.49	Kalsium Oksida	15799.41
Material tak terbakar	9899.47	Material tak terbakar	9652
		H ₂ O teruapkan	2455
Total	98209	Total	98209



V.2 Neraca Panas

V.2.1 Neraca Panas Furnace

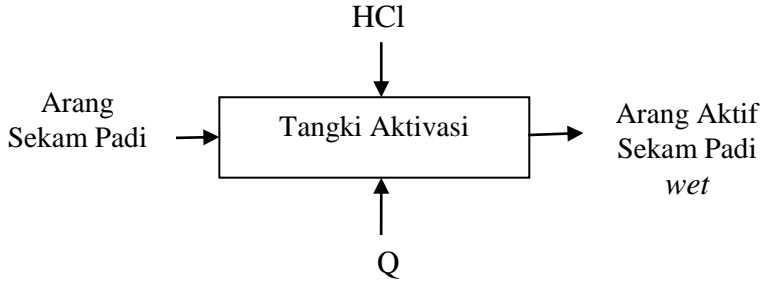


Tabel V.6 Neraca Panas Total pada *Furnace*

Komponen	Panas Masuk (cal)	Komponen	Panas Keluar (cal)
Karbon	30765	Karbon	2248301.25
Silikon Dioksida	41418	Silikon Dioksida	3075286.5
Kalsium Oksida	28050	Kalsium Oksida	2082712.5
Material tak terbakar	504	Material tak terbakar	37422
Q supply	7986037.105	Abu	243750
		Qloss	399301.8553
Total	8086774.105	Total	8086774.105



V.2.2 Neraca Panas Aktivasi

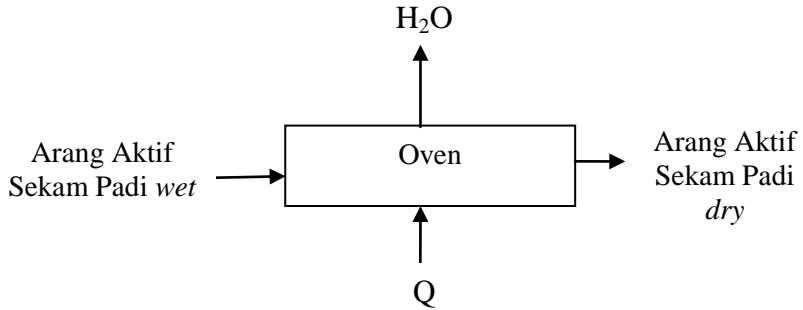


Tabel V.7 Neraca Panas Total pada Proses Aktivasi

Komponen	Panas Masuk (cal)	Komponen	Panas Keluar (cal)
Arang Sekam Padi	66825	Arang Sekam Padi Wet	1004287.5
HCl	5084970	HCl	76129200
H ₂ O	0	H ₂ O	0
Q supply	75770202.64	Q loss	3788510.1315789
Total	80921997.64	Total	80921997.64



V.2.3 Neraca Panas Proses Pengeringan



Tabel V.8 Neraca Panas Total pada Proses Pengeringan

Komponen	Panas Masuk (cal)	Komponen	Panas Keluar (cal)
Arang Sekam Padi Wet	73656.75	Arang Sekam Padi Dry	1149048
Q supply	2780074.51	H ₂ O teruapkan	1704683.26
		Q loss	146319.7110
Total	2853731.26	Total	2853731.26

BAB VI ESTIMASI BIAYA

VII.1 Estimasi Biaya

Produksi karbon aktif arang sekam padi di-scale up pada skala industri dengan kapasitas produksi sebesar 100 bungkus/hari. Dengan rincian sebagai berikut :

- Setiap bungkus berisi 1 kg karbon aktif.
- Untuk menghasilkan karbon aktif 100 bungkus per hari dibutuhkan bahan baku aang sekam padi sebesar 100000 gram.

VII.1.1Peralatan (*Equipment*)

Peralatan merupakan salah satu penunjang di dalam proses industri. Berikut merupakan beberapa kebutuhan peralatan yang dibutuhkan dalam proses produksi :

Tabel VII.1 Biaya Investasi Peralatan Per Bulan

No	Peralatan	Unit	Harga per unit	Lifetime (bulan)	Biaya per bulan
1	Furnace	1	Rp 4,000,000.00	12	Rp 333,333.33
2	Oven	1	Rp 2,500,000.00	12	Rp 208,333.33
3	Bak Penampung	2	Rp 100,000.00	6	Rp 33,333.33
4	Pengaduk	2	Rp 15,000.00	6	Rp 5,000.00
7	Drum Aktivasi	3	Rp 100,000.00	6	Rp 50,000.00
8	Ayakan	2	Rp 300,000.00	12	Rp 50,000.00
9	Mesin Crusher	1	Rp 2,000,000.00	12	Rp 166,666.67
10	Timbangan	1	Rp	6	Rp



			1,000,000.00		166,666.67
Total					Rp 1,013,333.3

VII.1.2 Biaya Kebutuhan Bahan Baku

Bahan baku merupakan komponen penting dalam berjalannya suatu proses di industri. Oleh karena itu, perhitungan mengenai biaya bahan baku dilakukan untuk memperoleh analisa ekonomi yang baik. Berikut merupakan beberapa kebutuhan bahan baku yang dibutuhkan dalam proses produksi :

Tabel VII.2 Biaya Kebutuhan Bahan Baku Produksi per Produk

No	Keterangan	Unit	Harga per Unit (Rp)	Total Biaya (Rp)
1	Arang Sekam Padi	150 kg	Rp 6,000.00	Rp 900,000.00
2	HCl	10 L	Rp 20,000.00	Rp 200,000.00
Total				Rp 1,100,000.00

VII.1.3 Utilitas

Utilitas yang dibutuhkan dalam proses industri ini yaitu:

- Air yang digunakan untuk air pemasakan, sanitasi, dan air steam.
- Listrik yang digunakan pada furnace, oven dan tenaga penggerak dari peralatan proses serta penerangan.

Tabel VII.3 Biaya Utilitas per Bulan

No	Keterangan	Kuantitas	Harga per Unit (Rp)	Total Biaya (Rp)
1.	Air	100 m ³	Rp 6,000.00	Rp 600,000.00
2.	Listrik	650 kWh	Rp 1,500.00	Rp 975,000.00
Total				Rp 1,575,000.00



VII.1.4 Biaya Pendukung Lainnya

Pada proses produksi ini terdapat beberapa biaya pendukung lainnya yang terdiri dari gaji karyawan, sewa bangunan, dan *maintenance* peralatan.

Tabel VII.4 Biaya Pendukung Lainnya Per Bulan

No	Keterangan	Kuantitas	Harga per Unit (Rp)	Total Biaya (Rp)
1.	Gaji karyawan	4 orang	Rp 75,000.00	Rp 300,000.00
2.	Sewa bangunan	-	Rp 1,000,000.00	Rp 1.000,000.00
3.	Maintenance peralatan	-	Rp 300,000.00	Rp 300,000.00
Total				Rp 1,600,000.00

VII.2 *Fixed Cost* (FC)

Fixed cost atau biaya tetap adalah total biaya yang tidak akan mengalami perubahan apabila terjadi perubahan volume produksi. Biaya tetap secara total akan selalu konstan sampai tingkat kapasitas penuh. Biaya tetap merupakan biaya yang akan selalu terjadi walaupun perusahaan tidak memproduksi. Biaya tetap meliputi PBB, penyusutan alat, sewa tanah atau bangunan, utilitas, gaji karyawan, dan *maintenance* peralatan.

- | | |
|-------------------|-----------------|
| 1. Investasi Alat | Rp 1.013.000,00 |
| 2. Utilitas | Rp 1.575.000,00 |
| 3. Lain-lain | Rp 1.600.000,00 |
| <hr/> | |
| | Rp 4.188.000,00 |



VII.3 Variable Cost (VC)

Variable cost atau biaya variabel total biaya yang berubah-ubah tergantung dengan perubahan volume penjualan/produksi. Biaya variabel akan berubah secara proposional dengan perubahan volume produksi. Biaya variabel meliputi kebutuhan bahan baku.

1. Biaya Variabel per Produksi = Rp 11.000,00
2. Biaya Variabel selama 1 Bulan = Rp 11.000,00 x 2500
= Rp 27.500.000

Dari hasil *fixed cost* dan *variable cost* maka dapat diketahui biaya total produksi (TC) dalam waktu satu bulan, yaitu :

$$TC = FC + VC$$

$$TC = \text{Rp } 4.188.000 + \text{Rp } 27.500.000$$

$$TC = \text{Rp } 31.688.333$$

VII.4 Harga Pokok Penjualan (HPP)

Harga pokok penjualan adalah seluruh biaya yang dikeluarkan untuk memperoleh barang yang dijual atau harga perolehan dari barang yang dijual.

1. HPP

$$\text{HPP} = \frac{TC}{\text{Jumlah Produk Per Bulan}}$$

$$\text{HPP} = \frac{31.688.333}{2500 \text{ Unit}}$$

$$\text{HPP} = \text{Rp } 12.675.33$$

2. Laba = 60% x HPP
= 60% x Rp 12,675.33
= Rp 7,605.20

3. Harga Jual = HPP + Laba
= Rp 12,675.33 + Rp. 7,605.20
= Rp 20,280.53



4. Hasil Penjualan per Bulan
Hasil Penjualan/Bulan = Harga Jual x Jumlah Produk/Bulan
Hasil Penjualan/Bulan = Rp 20,280.53 x 2.500
Hasil Penjualan/Bulan = Rp 50,701.333
5. Laba per Bulan
Laba/Bulan
= Hasil Penjualan per Bulan – Biaya Produksi Total (TC)
= Rp 50,701.333 – Rp. 31,688.333
= Rp 19,013.000
6. Laba per Tahun
Laba/Tahun = Laba/Bulan x 12
Laba/Tahun = Rp 19,013.000 x 12
Laba/Tahun = Rp 228,156.000

VII.5 *Break Event Point (BEP)*

Break event point (BEP) adalah titik impas dimana posisi jumlah pendapatan dan biaya sama atau seimbang sehingga tidak terdapat keuntungan ataupun kerugian dalam suatu perusahaan. BEP ini digunakan untuk menganalisa proyeksi sejauh mana banyaknya jumlah unit yang diproduksi atau sebanyak apa yang harus diterima untuk mendapatkan titik impas atau kembali modal.

Dalam menentukan BEP dapat melalui metode perhitungan secara langsung dan secara grafis.

a) Metode Perhitungan (Aljabar)

- Menentukan BEP dalam jumlah unit produk

$$\begin{aligned}\text{BEP} &= \frac{\text{Fixed Cost}}{P - VC} \\ \text{BEP} &= \frac{\text{Rp 4,188.333}}{\text{Rp 20,280.53} - \text{Rp 11.000}} \\ \text{BEP} &= 451.30\end{aligned}$$



Artinya, perusahaan perlu menjual 451.30 kg karbon aktif untuk tercapainya titik impas antara total penjualan sama dengan total biaya produksi. Pada penjualan ke- 451.30 kg, maka perusahaan tersebut akan mulai memperoleh laba.

- Menentukan BEP dalam jumlah unit rupiah

$$\text{BEP} = \frac{\text{Fixed Cost}}{1 - (\text{VC/P})}$$

$$\text{BEP} = \frac{\text{Rp } 4,188.333}{1 - (\text{Rp } 11.000 / \text{Rp } 20,280.53)}$$

$$\text{BEP} = \text{Rp } 9,382,912.89$$

Artinya, perusahaan perlu mendapatkan omset penjualan produk karbon aktif arang sekam padi senilai Rp 9,382,912.89 agar terjadi BEP dan perusahaan akan memperoleh keuntungan jika mendapatkan omset sebesar Rp 9,382,912.89.

b) Metode Grafik

Pada penentuan BEP dengan metode grafik dapat diketahui dari perpotongan antara garis total cost dan total penghasilan selang waktu tertentu.

Adsorben yang dijual (kg)	Total Penghasilan (Rp)	Fixed Cost (Rp)	Variable Cost (Rp)	Total Biaya (Rp)
0	-	Rp 4,188,333.33	Rp -	Rp 4,188,333.33
100	2,028,053.33	Rp 4,188,333.33	Rp 1,100,000.00	Rp 5,288,333.33
200	4,056,106.67	Rp 4,188,333.33	Rp 2,200,000.00	Rp 6,388,333.33
300	6,084,160.00	Rp 4,188,333.33	Rp 3,300,000.00	Rp 7,488,333.33

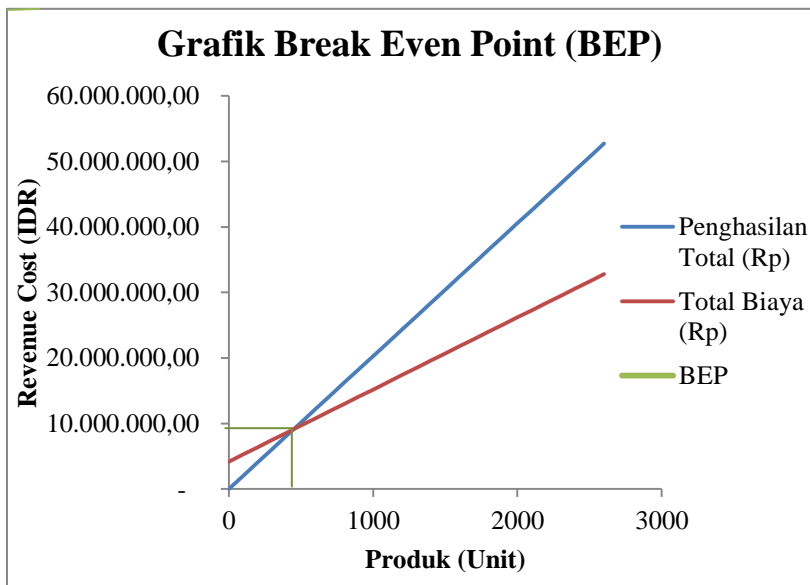


400	8,112,213.33	Rp 4,188,333.33	Rp 4,400,000.00	Rp 8,588,333.33
500	10,140,266.7	Rp 4,188,333.33	Rp. 5,500,000.00	Rp 9,688,333.33
600	12,168,320.0	Rp 4,188,333.33	Rp 6,600,000.00	Rp 10,788,333.33
700	14,196,373.3	Rp 4,188,333.33	Rp 7,700,000.00	Rp 11,888,333.33
800	16,224,426.7	Rp 4,188,333.33	Rp 8,800,000.00	Rp 12,988,333.33
900	18,252,480.0	Rp 4,188,333.33	Rp 9,900,000.00	Rp 14,088,333.33
1000	20,280,533.3	Rp 4,188,333.33	Rp 11,000,000.00	Rp 15,188,333.33
1100	22,308,586.7	Rp 4,188,333.33	Rp 12,100,000.00	Rp 16,288,333.33
1200	24,336,640.0	Rp 4,188,333.33	Rp 13,200,000.00	Rp 17,388,333.33
1300	26,364,693.3	Rp 4,188,333.33	Rp 14,300,000.00	Rp 18,488,333.33
1400	28,392,746.7	Rp 4,188,333.33	Rp 15,400,000.00	Rp 19,588,333.33
1500	30,420,800.0	Rp 4,188,333.33	Rp 16,500,000.00	Rp 20,688,333.33
1600	32,448,853.3	Rp 4,188,333.33	Rp 17,600,000.00	Rp 21,788,333.33
1700	34,476,906.7	Rp 4,188,333.33	Rp 18,700,000.00	Rp 22,888,333.33
1800	36,504,960.0	Rp 4,188,333.33	Rp 19,800,000.00	Rp 23,988,333.33
1900	38,533,013.3	Rp 4,188,333.33	Rp 20,900,000.00	Rp 25,088,333.33
2000	40,561,066.7	Rp 4,188,333.33	Rp 22,000,000.00	Rp 26,188,333.33



2100	42,589,120.0	Rp 4,188,333.33	Rp 23,100,000.00	Rp 27,288,333.33
2200	44,617,173.3	Rp 4,188,333.33	Rp 24,200,000.00	Rp 28,388,333.33
2300	46,645,226.7	Rp 4,188,333.33	Rp 25,300,000.00	Rp 29,488,333.33
2400	48,673,280.0	Rp 4,188,333.33	Rp 26,400,000.00	Rp 30,588,333.33
2500	50,701,333.3	Rp 4,188,333.33	Rp 27,500,000.00	Rp 31,688,333.33
2600	52,729,386.7	Rp 4,188,333.33	Rp 28,600,000.00	Rp 32,788,333.33

Dari tabel diatas, maka didapatkan grafik sebagai berikut :



Grafik VII.1 Grafik *Break Even Point* (BEP)

Dari grafik tersebut diketahui bahwa BEP berada pada titik produksi unit ke- 451.30 kg dengan BEP rupiah yang didapatkan sebesar Rp 9,382,912.89.

BAB VII

KESIMPULAN DAN SARAN

VII.1 Kesimpulan

Dari hasil percobaan pembuatan adsorben dari arang sekam padi diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Dari tiga metode aktivasi yaitu fisika, kimia dan kimia-fisika didapat nilai daya serap terhadap I_2 tertinggi pada metode aktivasi kimia-fisika dengan konsentrasi aktivator HCl 30% yaitu sebesar 826.25 mg/gram. Hasil yang di dapat sesuai dengan SNI 06-3730-1995 yaitu minimal 750 mg/gram.
2. Kadar khromium (Cr^{6+}) Limbah Cair Industri “Unit Pengolahan Industri Kecil Pelapisan Ni dan Cr UKM Usaha Croom AB” Bangil Pasuruan sebelum ditambahkan adsorben arang sekam padi yaitu sebesar 98.60 mg/L.
3. Rata-rata kadar (Cr^{6+}) dalam limbah setelah penambahan arang sekam padi dengan konsentrasi aktivator HCl 5% sebesar 36.47 mg/L atau penurunanya 62.13 mg/L (63.01), untuk konsentrasi aktivator HCl 10% sebesar 25.82 mg/L atau penurunanya 72.78 mg/L (73.81%), konsentrasi aktivator HCl 15% sebesar 24.55 mg/L atau penurunanya 74.05 mg/L (75,10%), konsentrasi aktivator HCl 20% sebesar 23.88 mg/L atau penurunanya 74.72 mg/L (75.78%), konsentrasi aktivator HCl 25% sebesar 22.04 mg/L atau penurunanya 76.56 mg/L (77.64%), dan untuk konsentrasi aktivator HCl 30% sebesar 21.70 mg/L atau penurunanya 76.9 mg/L (77.99%).

**VII.1 Saran**

Saran untuk percobaan pembuatan adsorben dari arang sekam padi ini sebagai berikut:

1. Pada proses perendaman arang dalam larutan pengaktivasi selama 24 jam, setelah ditiriskan. Sebaiknya dipanaskan pada suhu $500-900^{\circ}\text{C}$ selama 1-2 jam. Hal ini dikarenakan apabila hanya dilakukan pengovenan pada suhu 105°C pori-pori karbon belum mampu memperluas pori-pori dan membuka pori-pori baru.
2. Sebaiknya analisa dilakukan dengan menggunakan berbagai variabel zat pengaktivasi untuk dapat membandingkan zat pengaktif mana yang akan menghasilkan efisiensi penyerapan terbesar.
3. Untuk skala industri sebaiknya menggunakan bahan baku sekam padi yang diproses dengan tahap pengarangan sendiri agar meminimalisir pengeluaran.

DAFTAR NOTASI

No	Keterangan	Notasi	Satuan
1	Massa	m	gr
2	Volume	V	ml
3	Waktu	t	jam
4	Densitas	ρ	gr/ml
5	<i>Specific heat</i>	Cp	cal/gr ⁰ C
6	Panas Laten	λ	cal/gr
7	Suhu	T	⁰ C
9	Daya	P	watt
11	Konsentrasi	C	%(w/w)
12	Enthalpy	ΔH	cal
13	Kalor	Q	kalori
14	Berat Molekul	BM	gr/mol

DAFTAR PUSTAKA

- Ambarita, Nishio (2008). “Modifikasi Mesin Pendingin”. Universitas Indonesia. Jakarta.
- Anonymous. (1979). “Mutu dan Cara Uji Arang Aktif, Standar Industri Indonesia, No. 0258-79, Departemen Perindustrian RI: 1-2. Jakarta.
- Anonim (2004), SNI 06-6989.17-2004 Tentang Cara Uji Krom Total dengan Metode Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) – Nyala
- Andika, I Made Dupi dkk (2016). “Adsorpsi Dan Desorpsi Cr (Vi) Pada Adsorben Batu Cadas Karangasem hasil Limbah Kerajinan Candi Bali Teraktivasi Naoh Dan Tersalut $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ”
- Apriliani, Ade. (2010). “Pemanfaatan Arang Ampas Tebu Sebagai Adsorben Ion Logam Cd, Cr, Cu dan Pb dalam Air Limbah”. Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah. Jakarta.
- Betty & Sri. (2008). Analisa Penurunan Angka Peroksida Minyak Kelapa Tradisional Menggunakan Arang Sekam Padi. FMIPA Universitas Udayana, Bukit Jimbaran.
- Cheremisinoff, Morresi. (1978). *Carbon Adsorption Applications, Carbon Adsorption Handbook*: Ann Arbor Science Publishers, Inc, Michigan: 7-8. Michigan.
- Coniwanti, Pamilia dkk (2008). “Pengaruh Proses Pengeringan, Normalitas Hcl, Dan Temperatur Pembakaran Pada Pembuatan Silika Dari Sekam Padi
- Danarto, (2007). “Adsorpsi Limbah Logam Berat Multikomponen dengan Karbon dari Sekam Padi. Skripsi Universitas Sebelas Maret: Surakarta
- Gratuito, M.K.B, dkk. (2008). “*Production of Activated Carnon from Coconut Shell: Optimization Using Respone Surface Methodologi*”. Thailand

- Hambali, Erliza, Soejanto. (2007). "Jarak Pagar, Tanaman Penghasil Biodiesel". Jakarta: Penebar Swadaya.
- Hsu, Li-Yeh ; Teng, Hsisheng, (2000), "*Influence of Different Chemical Reagents on The Preparation of Activated Carbon from Bituminous Coal, Fuel Processing Technology*"
- Jankowska, H., a. Swiatkowski, and J. Choma, (1991). *Active Carbon. London: Horwood Press*
- Jannatin, Raditya Derifa dkk (2011). "Uji Efisiensi Removal Adsorpsi Arang Batok Kelapa untuk Mereduksi Warna dan Permanganat Value dari Limbah Cair Industri Batik". Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Joko, Tri (2003). "Penurunan Kromium (Cr) Dalam Limbah Cair Proses Penyamakan Kulit Menggunakan Senyawa Alkali Ca(OH)_2 , NaOH, Dan NaHCO_3 (Studi Kasus Di Pt Trimulyo Kencana Mas Semarang)"
- Ketaren, S., (1986). Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan, Edisi 1, Cetakan 1. Jakarta: Penerbit Universitas Indonesia
- Nurhasni, (2014). "Penyerapan Ion Logam Cd dan Cr Dalam Air Limbah Menggunakan Sekam Padi". Tesis Universitas UIN Syarif Hidayatullah: Jakarta.
- Rivaldi, (2015). "Pertumbuhan Dan Hasil Padi (*Oryza Sativa* L.) Salibu Varietas Hibridapada Tinggi Dan Waktu Penggenangan"
- Sembiring, M. dan Sinaga, T. (2003). "Arang Aktif (Pengenalan dan Proses Pembuatannya). Universitas Sumatera Utara: Medan.
- Setyaningtyas, Tien dkk (2005). "Pemanfaatan Abu Sekam Padi Sebagai Adsorben Kadmium (II) dalam Pelarut Air". Majalah Kimia Universitas Jenderal Soedirman. 33-41

- Smisek, M., Cerny, S., (1970) “*Active Carbon From Some Agricultural Waste Products, The Philippine Agriculturist*, V 29, No.4: 275-295. New York.
- Sontheimer dalam Pujiyanto. (1985). “Proses Pembuatan Karbon Aktif”, 3-5.
- Tangio, J. S. (2012). Adsorpsi Logam Timbal (Pb) dengan Menggunakan Biomassa Eceng Gondok (*Eichhornia Crassipes*). *Laporan Penelitian Dosen Pemula*. 1-38.
- Ummah, Sayyidatul Dkk (2010). “Kajian Penambahan Abu Sekam Padi Dari Berbagai Suhu Pengabuan Terhadap Plastisin Kaolin”
- Wiloso, Setiawan dkk (2003). “Penyerapan Zat Warna *Basic Red 18* dalam Kolom dengan Menggunakan Media Dedak”. *Majalah Dasar-Dasar Teknik Kimia, Prosiding*, Puspittek: Pusat Pengetahuan Indonesia.

Appendix A

NERACA MASSA

A. Neraca Massa

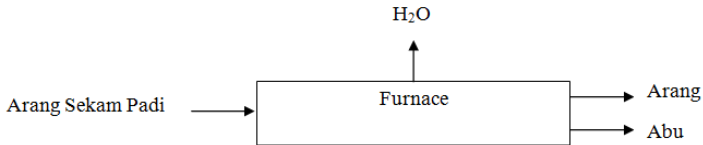
Kapasitas Produksi : 100000 gram / hari
Operasi : 300 hari operasi; 8 jam/hari
Satuan massa : gram
Basis waktu : 1 hari
Bahan Baku : 100000 gram arang sekam padi

Tabel A.1 Komposisi berat (fraksi berat) sekam padi

Komponen	Komposisi (%)	Berat (gram)
Karbon	41.02	41020
Silikon Dioksida	31.86	31860
Kalsium Oksida	16.50	16500
Material tak terbakar	10.08	10080
Jumlah	100	100000

(Balai Penelitian dan Konsultasi Industri, 2017)

A.1 Neraca Massa Furnace



Bahan masuk

- Arang Sekam Padi = 100000 gram
- Karbon = $41.02\% \times 100000 = 41020$ gram
- Silikon Dioksida = $31.86\% \times 100000 = 31860$ gram
- Kalsium Oksida = $16.50\% \times 100000 = 16500$ gram
- Material tak terbakar = $10.08\% \times 100000 = 10080$ gram

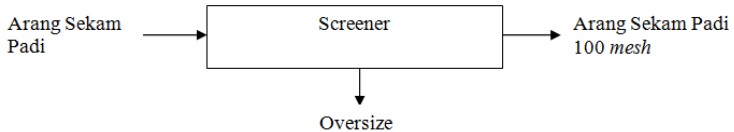
Bahan keluar

- Arang Sekam Padi = 99000 gram
- Karbon = $41.02\% \times 99000 = 40609.8$ gram
- Silikon Dioksida = $31.86\% \times 99000 = 31541.4$ gram
- Kalsium Oksida = $16.50\% \times 99000 = 16335$ gram
- Material tak terbakar = $10.08\% \times 99000 = 9979.2$ gram
- Abu = 1000 gram

Tabel A.1 Neraca Massa Furnace

Masuk		Keluar	
Komponen	Massa (gram)	Komponen	Massa (gram)
Karbon	41020	Arang	99000
Silikon Dioksida	31860	Abu	1000
Kalsium Oksida	16500		
Material tak terbakar	10080		
Total	100000	Total	100000

A.2 Neraca Massa Proses Pengayakan



Bahan masuk

- Arang sekam padi = 99000 gram
- Karbon = $41.02\% \times 99000 = 40609.8$ gram
- Silicon Oksida = $31.86\% \times 99000 = 31541.4$ gram
- Kalsium Oksida = $16.50\% \times 99000 = 16335$ gram
- Material tak terbakar = $10.08\% \times 99000 = 9979.2$ gram

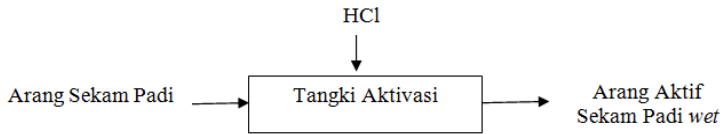
Bahan keluar

- Arang sekam padi = 99000 gram
- Karbon 100 mesh = $90\% \times 99000 = 89100$ gram
- Oversize* = $10\% \times 99000 = 9900$ gram

Tabel A.2 Neraca Massa Proses Pengayakan

Masuk		Keluar	
Komponen	Massa (gram)	Komponen	Massa (gram)
Karbon	40609.8	Karbon 100 mesh	89100
Silikon Dioksida	31541.4	<i>Oversize</i>	9900
Kalsium Oksida	16335		
Material tak terbakar	9979.2		
Total	99000	Total	99000

A.3 Neraca Massa Proses Aktivasi



Bahan masuk

- Arang sekam padi = 89100 gram
- Karbon = $41.02\% \times 89100 = 36548.82$ gram
- Silikon Dioksida = $31.86\% \times 89100 = 2838.26$ gram
- Kalsium Oksida = $16.50\% \times 89100 = 14071.5$ gram
- Material tak terbakar = $10.08\% \times 89100 = 8981.28$ gram
- HCl = 89210 gram

Bahan keluar

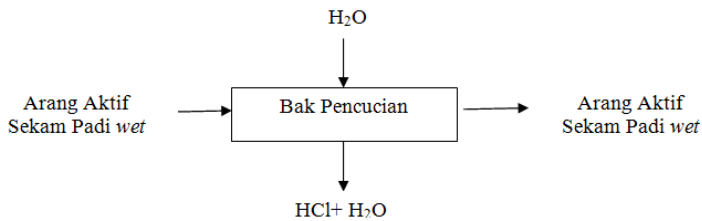
- Arang sekam padi wet = 89270 gram
- Karbon = $41.02\% \times 89270 = 36618.55$ gram
- Silikon Dioksida = $31.86\% \times 89270 = 28441.42$ gram
- Kalsium Oksida = $16.50\% \times 89270 = 14279.55$ gram
- Material tak terbakar = $10.08\% \times 89270 = 8998.41$ gram
- HCl = 89040 gram

Tabel A.3 Neraca Massa Proses Aktivasi

Masuk		Keluar	
Komponen	Massa (gram)	Komponen	Massa (gram)
Karbon	36548.82	Karbon	36618.55
Silikon Dioksida	2838.26	Silikon Dioksida	28441.42
Kalsium Oksida	14071.5	Kalsium Oksida	14279.55

Material tak terbakar	8981.28	Material tak terbakar	8998.41
HCl	89210	HCl	89040
Total	178310	Total	178310

A.4 Neraca Massa Proses Pencucian



Bahan masuk

- Arang aktif sekam padi *wet* = 88270 gram
 Karbon = 41.02% x 89270 = 36618.55 gram
 Silikon Dioksida = 31.86% x 89270 = 28441.42 gram
 Kalsium Oksida = 16.50% x 89270 = 14729.55 gram
 Material tak terbakar = 10.08% x 89270 = 8998.41 gram
- H₂O = 99890 gram

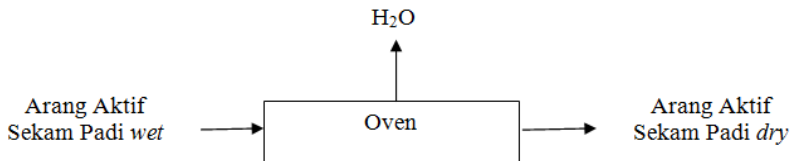
Bahan keluar

- Arang aktif sekam padi *wet* = 98209 gram
 Karbon = 41.02% x 98209 = 40285.33 gram
 Silikon Dioksida = 31.86% x 98209 = 31289.39 gram
 Kalsium Oksida = 16.50% x 98209 = 16204.49 gram
 Material tak terbakar = 10.08% x 98209 = 9899.47 gram
- HCl + H₂O = 89901 gram

Tabel A.4 Neraca Massa Proses Pencucian

Masuk		Keluar	
Komponen	Massa (gram)	Komponen	Massa (gram)
Karbon	36618.55	Karbon	40285.33
Silikon Dioksida	28441.42	Silikon Dioksida	31289.39
Kalsium Oksida	14729.55	Kalsium Oksida	16204.49
Material tak terbakar	8998.41	Material tak terbakar	9899.47
H ₂ O	99890	HCl + H ₂ O	89901
Total	188610	Total	188610

A.5 Neraca Massa Proses Pengeringan



Bahan masuk

- Arang aktif sekam padi *wet* = 98209 gram
- Karbon = 41.02% x 98209 = 40285.33 gram
- Silikon Dioksida = 31.86% x 98209 = 31289.39 gram
- Kalsium Oksida = 16.50% x 98209 = 16204.49 gram
- Material tak terbakar = 10.08% x 98209 = 9899.47 gram

Bahan keluar

- Arang aktif sekam padi *dry* = 95754 gram
- Karbon = 41.02% x 95754 = 39278.29 gram

Appendiks A Neraca Massa

Silikon Dioksida = 31.86% x 95754 = 30507.22 gram

Kalsium Oksida = 16.50% x 95754 = 15799.41 gram

$$\text{Material tak terbakar} = 10.08\% \times 95754 = 9652 \quad \text{gram}$$

- H₂O teruapkan = 2455 gram

Tabel A.5 Neraca Massa Proses Pengeringan

Masuk		Keluar	
Komponen	Massa (gram)	Komponen	Massa (gram)
Karbon	40285.33	Karbon	39278.29
Silikon Dioksida	31289.39	Silikon Dioksida	30507.22
Kalsium Oksida	16204.49	Kalsium Oksida	15799.41
Material tak terbakar	9899.47	Material tak terbakar	9652
		H ₂ O teruapkan	2455
Total	98209	Total	98209

Appendix B

NERACA PANAS

B. Neraca Panas

Kapasitas Produksi	: 100000 gram / hari
Operasi	: 300 hari operasi; 8 jam/hari
Satuan massa	: gram
Basis waktu	: 1 hari
Bahan Baku	: 100000 gram arang sekam padi

Tabel B.1 Komposisi berat (fraksi berat) sekam padi

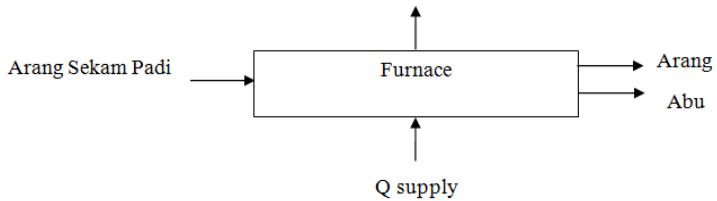
Komponen	Komposisi (%)	Berat (gram)
Karbon	41.02	41020
Silikon Dioksida	31.86	31860
Kalsium Oksida	16.50	16500
Material tak terbakar	10.08	10080
Jumlah	100	100000

(Balai Penelitian dan Konsultasi Industri, 2017)

Tabel B.2 Nilai Cp

Komponen	Cp (Cal/gram°C)
Karbon	0.15
Silikon Dioksida	0.26
Kalsium Oksida	0.34
Material tak terbakar	0.01

B.1 Neraca Panas Furnace



Panas masuk

$T_{in} = 30^{\circ}\text{C}$

$T_{ref} = 25^{\circ}\text{C}$

Panas Masuk

$$H = M \times C_p \times \Delta T$$

$$H_{\text{Karbon}} = 41020 \times 0.15 \times 5 = 30765 \text{ cal}$$

$$H_{\text{Silikon Dioksida}} = 31860 \times 0.26 \times 5 = 41418 \text{ cal}$$

$$H_{\text{Kalsium Oksida}} = 16500 \times 0.34 \times 5 = 28050 \text{ cal}$$

$$H_{\text{material tak terbakar}} = 10080 \times 0.01 \times 5 = 504 \text{ cal}$$

Panas keluar

$T_{out} = 400^{\circ}\text{C}$

$T_{ref} = 25^{\circ}\text{C}$

Tabel B.3 Neraca Panas Masuk *Furnace*

Komponen	Massa (gram)	C_p (Cal/gr $^{\circ}\text{C}$)	ΔT ($^{\circ}\text{C}$)	H (Cal)
Karbon	41020	0.15	5	30765
Silikon Dioksida	31860	0.26	5	41418
Kalsium Oksida	16500	0.34	5	28050
Material tak terbakar	10080	0.01	5	504
Total				100737

Panas Keluar

$$H = M \times C_p \times \Delta T$$

$$H \text{ Karbon} = 40609.8 \times 0.15 \times 375 = 2284301.25 \text{ cal}$$

$$H \text{ Silikon Dioksida} = 31541.4 \times 0.26 \times 375 = 3075286.5 \text{ cal}$$

$$H \text{ Kalsium Oksida} = 16335 \times 0.34 \times 375 = 2082712.5 \text{ cal}$$

$$H \text{ material tak terbakar} = 9979.2 \times 0.01 \times 375 = 37422 \text{ cal}$$

- Abu = $1000 \times 0.65 \times 375 = 243750 \text{ cal}$

Tabel B.4 Neraca Panas Keluar *Furnace*

Komponen	Massa (gram)	Cp (Cal/gr °C)	ΔT (°C)	H (Cal)
Karbon	40609.8	0.15	375	2248301.25
Silikon Dioksida	31541.4	0.26	375	3075286.5
Kalsium Oksida	16335	0.34	375	2082712.5
Material tak terbakar	9979.2	0.01	375	37422
Abu	1000	0.65	375	243750
Total				7687472.25

$$H \text{ masuk} + Q \text{ supply} = H \text{ keluar} + Q \text{ loss}$$

$$100737 + Q \text{ supply} = 7687472.25 + 0.05 Q \text{ supply}$$

$$0.95 Q \text{ supply} = 7687472.25 - 100737$$

$$0.95 Q \text{ supply} = 7586735.25 \text{ cal}$$

$$Q \text{ supply} = 7986037.105 \text{ cal}$$

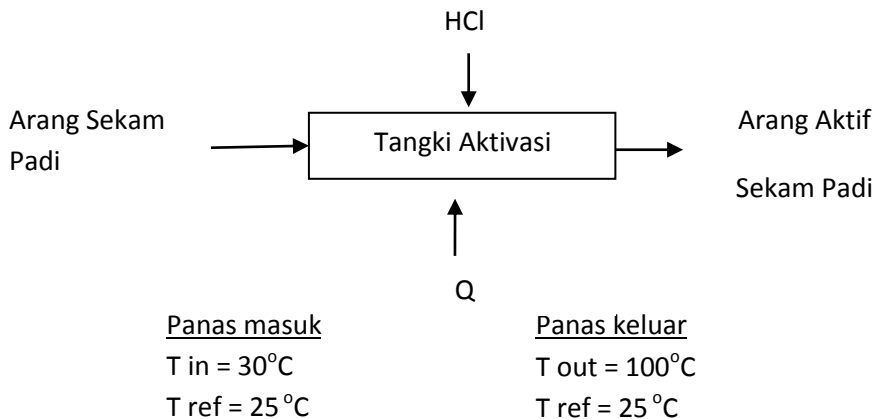
$$Q \text{ loss} = 0.05 Q \text{ supply}$$

$$Q \text{ loss} = 399301.8553 \text{ cal}$$

Tabel B.5 Neraca Panas Total pada *Furnace*

Komponen	Panas Masuk (cal)	Komponen	Panas Keluar (cal)
Karbon	30765	Karbon	2248301.25
Silikon Dioksida	41418	Silikon Dioksida	3075286.5
Kalsium Oksida	28050	Kalsium Oksida	2082712.5
Material tak terbakar	504	Material tak terbakar	37422
Q supply	7986037.105	Abu	243750
		Qloss	399301.8553
Total	8086774.105	Total	8086774.105

B.2 Neraca Panas Aktivasi



Panas masuk

$$H = M \times C_p \times \Delta T$$

H Arang Sekam Padi	= 89100 x 0.15. x 5	= 66825 cal
H HCl	= 89210 x 11.4 x 5	= 5084970 cal
H H ₂ O	= 0 x 1 x 5	= 0 cal

Appendiks B Neraca Panas

Tabel B.6 Neraca Panas Masuk Proses Aktivasi

Komponen	Massa (gram)	Cp (Cal/gr °C)	ΔT (°C)	H (Cal)
Arang Sekam Padi	89100	0.15	5	66825
HCl	89210	11.4	5	5084970
H ₂ O	0	1	5	0
Total				5151795

Panas keluar

$$H = M \times Cp \times \Delta T$$

$$H \text{ Arang Sekam Padi } Wet = 89270 \times 0.15 \times 75 \\ = 1004287.5 \text{ cal}$$

$$H \text{ HCl} = 89040 \times 11.4 \times 75 \\ = 76129200 \text{ cal}$$

$$H \text{ H}_2\text{O} = 0 \times 1 \times 75 \\ = 0 \text{ cal}$$

Tabel B.7 Neraca Panas Keluar Proses Aktivasi

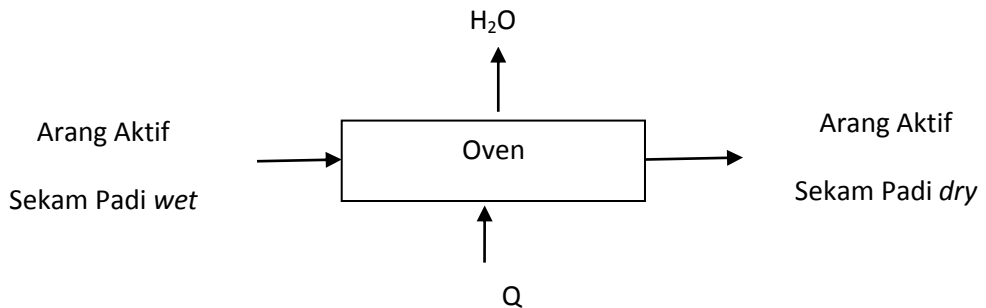
Komponen	Massa (gram)	Cp (Cal/gr °C)	ΔT (°C)	H (Cal)
Arang Sekam Padi <i>Wet</i>	89270	0.15	75	1004287.5
HCl	89040	11.4	75	76129200
H ₂ O	0	1	75	0
Total				77133487.5

$$\begin{aligned} H \text{ masuk} + Q \text{ supply} &= H \text{ keluar} + Q \text{ loss} \\ 5151795 + Q \text{ supply} &= 77133487.5 + 0.05 Q \text{ supply} \\ 0.95 Q \text{ supply} &= 77133487.5 - 5151795 \\ 0.95 Q \text{ supply} &= 71981692.5 \text{ cal} \\ Q \text{ supply} &= 75770202.64 \text{ cal} \\ Q \text{ loss} &= 0.05 Q \text{ supply} \\ Q \text{ loss} &= 3788510.1315789 \text{ cal} \end{aligned}$$

Tabel B.8 Neraca Panas Total pada Proses Aktivasi

Komponen	Panas Masuk (cal)	Komponen	Panas Keluar (cal)
Arang Sekam Padi	66825	Arang Sekam Padi <i>Wet</i>	1004287.5
HCl	5084970	HCl	76129200
H ₂ O	0	H ₂ O	0
Q supply	75770202.64	Q loss	3788510.1315789
Total	80921997.64	Total	80921997.64

B.3 Neraca Panas Proses Pengeringan



Panas masuk

T in = 30°C

T ref = 25 °C

Panas keluar

T out = 105°C

T ref = 25 °C

Panas masuk

$$H = M \times C_p \times \Delta T$$

$$\begin{aligned}
 H \text{ Arang Sekam Padi } Wet &= 98209 \times 0.15 \times 5 \\
 &= 73656.75 \text{ cal}
 \end{aligned}$$

Appendiks B Neraca Panas

Tabel B.9 Neraca Panas Masuk Proses Pengeringan

Komponen	Massa (gram)	Cp (Cal/gr °C)	ΔT (°C)	H (Cal)
Arang Sekam Padi <i>Wet</i>	98209	0.15	5	73656.75
Total				73656.75

Panas keluar

$$H = M \times C_p \times \Delta T$$

$$\begin{aligned} H \text{ Arang Sekam Padi } Dry &= 95754 \times 0.15 \times 80 \\ &= 1149048 \text{ cal} \end{aligned}$$

$$H_2O \text{ teruapkan} = 2455 \text{ gram}$$

$$H_2O \text{ teruapkan}$$

$$\begin{aligned} &= (m \times C_{p\text{liq}} \times \Delta T) + (m \times \lambda) + (m \times C_{p\text{ uap}} \times \Delta T) \\ &= (2455 \times 0.9987 \times 80) + (2455 \times 538.476) + (2455 \times 0.95 \times 80) \\ &= 196144.68 + 1321958.58 + 186580 \\ &= 1704683.26 \end{aligned}$$

Tabel B.10 Neraca Panas Keluar Proses Pengeringan

Komponen	Massa (gram)	Cp (Cal/gr °C)	ΔT (°C)	H (Cal)
Arang Sekam Padi <i>Dry</i>	95754	0.15	80	1149048
H ₂ O teruapkan	2455			1704683.26
Total				2853731.26

$$\begin{aligned} H \text{ masuk} + Q \text{ supply} &= H \text{ keluar} + Q \text{ loss} \\ 73656.75 + Q \text{ supply} &= 2853731.26 + 0.05 Q \text{ supply} \\ 0.95 Q \text{ supply} &= 2853731.26 - 73656.75 \\ 0.95 Q \text{ supply} &= 2780074.51 \text{ cal} \\ Q \text{ supply} &= 2926394.2210 \text{ cal} \\ Q \text{ loss} &= 0.05 Q \text{ supply} \\ Q \text{ loss} &= 146319.7110 \text{ cal} \end{aligned}$$

Appendiks B Neraca Panas

Tabel B.11 Neraca Panas Total pada Proses Pengeringan

Komponen	Panas Masuk (cal)	Komponen	Panas Keluar (cal)
Arang Sekam Padi <i>Wet</i>	73656.75	Arang Sekam Padi <i>Dry</i>	1149048
Q supply	2780074.5 1	H ₂ O teruapkan	1704683.26
		Q loss	146319.7110
Total	2853731.2 6	Total	2853731.26

Panas Keluar

$$H = M \times C_p \times \Delta T$$

$$\begin{aligned} H \text{ Karbon} &= 40609.8 \times 0.15 \times 375 \\ &= 2284301.25 \text{ cal} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} H \text{ Silikon Dioksida} &= 31541.4 \times 0.26 \times 375 \\ &= 3075286.5 \text{ cal} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} H \text{ Kalsium Oksida} &= 16335 \times 0.34 \times 375 \\ &= 2082712.5 \text{ cal} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} H \text{ material tak terbakar} &= 9979.2 \times 0.01 \times 37 \\ &= 37422 \text{ cal} \end{aligned}$$

- Abu

$$\begin{aligned} &= 1000 \times 0.65 \times 375 \\ &= 243750 \text{ cal} \end{aligned}$$

Tabel B.4 Neraca Panas Keluar *Furnace*

Komponen	Massa (gram)	C _p (Cal/gr °C)	ΔT (°C)	H (Cal)
Karbon	40609.8	0.15	375	2248301.25
Silikon Dioksida	31541.4	0.26	375	3075286.5

Appendiks B Neraca Panas

Kalsium Oksida	16335	0.34	375	2082712.5
Material tak terbakar	9979.2	0.01	375	37422
Abu	1000	0.65	375	243750
Total				7687472.25

$$\begin{aligned}
 H \text{ masuk} + Q \text{ supply} &= H \text{ keluar} + Q \text{ loss} \\
 100737 + Q \text{ supply} &= 7687472.25 + 0.05 Q \text{ supply} \\
 0.95 Q \text{ supply} &= 7687472.25 - 100737 \\
 0.95 Q \text{ supply} &= 7586735.25 \text{ cal} \\
 Q \text{ supply} &= 7986037.105 \text{ cal} \\
 Q \text{ loss} &= 0.05 Q \text{ supply} \\
 Q \text{ loss} &= 399301.8553 \text{ cal}
 \end{aligned}$$

Tabel B.5 Neraca Panas Total pada *Furnace*

Komponen	Panas Masuk (cal)	Komponen	Panas Keluar (cal)
Karbon	30765	Karbon	2248301.25
Silikon Dioksida	41418	Silikon Dioksida	3075286.5
Kalsium Oksida	28050	Kalsium Oksida	2082712.5
Material tak terbakar	504	Material tak terbakar	37422
Q supply	7986037.105	Abu	243750
		Qloss	399301.8553
Total	8086774.105	Total	8086774.105

BIODATA PENULIS

PENULIS I



Awwalia Zabda Fasya, penulis dilahirkan di Kediri pada tanggal 01 Agustus 1996. Penulis telah menempuh pendidikan formal yaitu lulus dari RA Al Fajar Kandat pada tahun 2002, lulus dari MI Al Fajar Kandat pada tahun 2008, lulus dari SMP Negeri 1 Ngadiluwih pada tahun 2011 dan lulus dari SMA Negeri 1 Kediri pada tahun 2014.

Setelah lulus SMA, penulis diterima di Departemen Teknik Kimia Industri Fakultas Vokasi-ITS dengan Nomor Registrasi 2314 030 045. Selama kuliah penulis aktif berorganisasi sebagai Staff Bidang Akademi dan Kesejahteraan Mahasiswa Himpunan Mahasiswa DIII Teknik Kimia FTI-ITS (2015-2016), dan Staff Departemen Hubungan Luar Badan Eksekutif Mahasiswa FTI-ITS (2015-2016), serta mengikuti beberapa pelatihan dan seminar yang diadakan di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya (ITS). Penulis pernah melaksanakan kerja praktek di PG. Pesantren Baru Kediri.

Email : awwaliazabda@gmail.com

PENULIS II



Nihayatul Fadila, penulis dilahirkan di Kediri tepatnya pada tanggal 04 April 1995. Dengan alamat Jalan Gunung Kawi no 22 Dusun Templek Desa Purwoasri Kab. Kediri. Penulis telah menempuh pendidikan formal diantaranya TK Dharma Wanita, SDN 1 Purwoasri Kediri, SMPN 1 Kertosono, SMAN 1 Kertosono, Diploma III Teknik Kimia FTI – ITS Surabaya, terdaftar dengan Nomor Registrasi 2314 030 110.

Penulis merupakan sosok yang selalu mencari pengalaman baru. Berorganisasi dan mengikuti beberapa pelatihan merupakan salah satu jalan agar ia terus berkembang. Pada tahun kepengurusan 2015/2016 ia terdaftar sebagai sekertaris departemen Dana dan Usaha (DANUS) LDJ FUKI AL-IKROM. Dan pada tahun kepengurusan 2016/2017 ia menjadi staff Dana dan Usaha (DANUS) LDJ FUKI AL-IKROM. Di tahun kedua perkuliahannya dia pernah melakukan kerja praktek di PG Santren.

Email: Nihayatulfadila32@gmail.com